

Aus der Abteilung für Physikalische Therapie
am Klinikum Steglitz der Freien Universität Berlin

Leiter: Professor Dr. med. D. Krause

**Vergleichende Gegenüberstellung von
thermographischen Befunden und
Gehstreckenveränderungen im Verlaufe
aktiver physikalisch-therapeutischer
Übungsbehandlung bei peripheren
arteriellen Durchblutungsstörungen
der unteren Extremitäten**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von Günter Hendel aus Hof/Saale

1977

Aus der Abteilung für Physikalische Therapie
am Klinikum Steglitz der Freien Universität Berlin

Leiter: Professor Dr. med. D. Krause

**Vergleichende Gegenüberstellung von
thermographischen Befunden und
Gehstreckenveränderungen im Verlaufe
aktiver physikalisch-therapeutischer
Übungsbehandlung bei peripheren
arteriellen Durchblutungsstörungen
der unteren Extremitäten**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von Günter Hendel aus Hof/Saale

Referent: Prof. Dr. med. D. Krause

Korreferent: Prof. Dr. G. Rücker



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 20. 5. 1977

INHALT

1. Einleitung

- 1.1. Häufigkeit arterieller Durchblutungsstörungen
- 1.2. Genese
- 1.3. Lokalisation
- 1.4. Stadieneinteilung

2. Diagnostik

- 2.1. nicht apparativ
- 2.2. apparativ

3. Therapie

- 3.1. chirurgisch
- 3.2. internistisch-medikamentös
- 3.3. physikalisch-therapeutisch

4. Aktive Übungsbehandlung

- 4.1. Wirkungsweise
- 4.2. Durchführung

5. Infrarot-Thermographie

- 5.1. Entwicklung
- 5.2. Anwendungsgebiete und Ergebnisse
- 5.3. physikalische Grundlagen
- 5.4. Thermographiegerät
- 5.5. Untersuchungsang
- 5.6. normales Thermogramm

6. Problemstellung

7. Eigene Untersuchungen

- 7.1. Patientenzahl, Behandlungshäufigkeit, Behandlungsdauer
- 7.2. Anamnese und Patientenuntersuchung
- 7.3. Auswertung der Gehstrecken
- 7.4. Auswertung der Thermogramme

8. Ergebnisse

8.1. Ergebnisse Physikalische Therapie

- 8.1.1. Anamnestische Daten und Risikofaktoren
- 8.1.2. Oszillographie und Pulsstatus
- 8.1.3. Lokalisation
- 8.1.4. Vergleich Pulsstatus-Schmerzlokalisierung
- 8.1.5. Gehstrecke
- 8.1.6. Vergleich subjektive Angaben - objektive Steigerungsrate

8.2. Ergebnisse Thermographie

- 8.2.1. Vergleich klinischer Befund - Ausgangsthermogramm
- 8.2.2. Vergleich Ausgangsthermogramm - Verlaufsthermogramme in Relation zu den Gehstreckenveränderungen

9. Schlußfolgerungen

10. Zusammenfassung

11. Literaturverzeichnis

1. Einleitung

Die chronisch obliterierenden Angioorganopathien der unteren Gliedmaßen sind, wie große statistische Untersuchungen der letzten Jahre zeigen, in ständigem Ansteigen begriffen.

Zu ihrer vermehrt feststellbaren Manifestation hat neben der wachsenden Belastung durch die bekannten, vermutlich prädisponierenden Risikofaktoren sicher auch die zunehmende Lebenserwartung in den Industrieländern beigetragen.

Unter diesem Aspekt kommt der Situation in West-Berlin mit seiner spezifischen Bevölkerungsstruktur, die mit einem Anteil von 22 % über 65-Jähriger gegenüber dem Bundesdurchschnitt von 13 % eine erhebliche Überalterung aufweist, besondere Bedeutung zu.

Neben den therapeutischen Problemen gilt das Interesse heute der Einsatzmöglichkeit neuer, der Früherkennung und Verlaufskontrolle dienender diagnostischer Verfahren. Als eine der jüngsten technischen Entwicklungen steht die Infrarot-Thermographie zur Diskussion, deren Aussagewert für Diagnose und Verlaufskontrolle während krankengymnastischen Intervalltrainings bei Patienten mit Claudicatio intermittens Gegenstand nachstehender Untersuchung sein soll.

Hierzu wurden die Ergebnisse des klinisch durchgeführten standardisierten Gehstreckentestes den thermographischen Befunden zum Vergleich gegenübergestellt.

1.1. Häufigkeit arterieller Durchblutungsstörungen

Seit Veröffentlichung der BASELER STUDIEN I (1963) und

II (1969) von WIDMER wissen wir, daß Stenosen und Verschlüsse von Gliedmaßenarterien keineswegs seltene und nur auf das Alter beschränkte Erkrankungen sind.

Bei Erstuntersuchungen an 6400 Berufstätigen der Baseler chemischen Industrie (1959 - 1962) sowie erneuten Untersuchungen an 5000 Probanden (1965 - 1968) wurde in mehr als 5 % eine arterielle Durchblutungsstörung der Gliedmaßen nachgewiesen. Nach SCHOOP liegt dieser Prozentsatz noch höher bei stationär behandelten Patienten und erreicht hier nach einer Angabe von MARTI im Durchschnitt 8 %.

In den BASELER STUDIEN zeigten bereits 2 % der 35- bis 44-jährigen Männer eine Verschlusssymptomatik. In der Altersgruppe der 55- bis 64-jährigen Männer stieg dieser Prozentsatz auf 11 % an. Da die Beschwerden gewöhnlich schon 5 Jahre vor diesen Untersuchungen bestanden, bedeutet dies, daß bereits bei mehr als 5 % der 45- bis 49-jährigen Männer das Vorliegen einer chronischen Durchblutungsinsuffizienz anzunehmen ist. Frauen sind etwa 3 x seltener betroffen (WIDMER, 1970).

1.2. Genese

Das Spektrum arterieller Minderdurchblutung reicht von den Durchblutungsstörungen funktioneller Genese über die Kollagenosen und die sog. entzündlichen Gefäßerkrankungen bis hin zu den degenerativen Angiopathien (HESS, 1972).

Mit über 90 % (WIDMER u. WAIBEL, 1965) ist hierbei die Arteriosklerose häufigste aller chronisch obliterierenden Gefäßerkrankungen.

Anhand neuerer Untersuchungen stellt HESS (1972) die Theorie auf, daß ganz unterschiedliche Bedingungen und Noxen gleichartige Gefäßprozesse nach sich ziehen können, die formale Pathogenese aller arteriellen Durchblutungsstörungen aber auf ein initiales Ereignis zurückzuführen ist.

Dies sieht er gegeben durch lokale Änderungen der Fließeigenschaften des Blutes, Instabilwerden der Thrombozyten sowie Viskositätssteigerung bis hin zur Stase mit der Möglichkeit der reversiblen Thrombozytenadhäsion am Gefäßendothel.

1.3. Lokalisation

Überwiegend finden sich Stenosen und Verschlüsse im Bereich der Arterien des Beckens, des Ober- und Unterschenkels, nur in etwa 12 % sind Arterien des Schultergürtels und der oberen Extremitäten betroffen (WIDMER, 1963). Bei Arterienverschlüssen der unteren Körperhälfte überwiegt der sog. Oberschenkeltyp (A. femoralis superficialis im Adduktorenkanal und distal des Abganges der A. profunda femoris) in mehr als der Hälfte der Fälle, zu etwa je 1/4 sind die Arterien des Beckens, sog. Beckentyp (A. iliaca externa u. A. iliaca communis) sowie der Unterschenkel, sog. Unterschenkeltyp (A. fibularis u. A. tibialis anterior) betroffen.

Neuere Untersuchungen von KRAUSE u. DITTMAR (1974 u. 1975) zeigen unter Berücksichtigung meist kombiniert vorliegender Gefäßverschlüsse eine Häufigkeit der Verschlußlokalisation für den Oberschenkeltyp von ca. 80 %, den Beckentyp von 25 - 30 % und den Unterschenkeltyp von 30 - 40 %.

1.4. Stadieneinteilung

Die Differenzierung arterieller Mangeldurchblutung erfolgt je nach Kompensationsgrad des Verschlusses in die 4 Stadien nach LERICHE-FONTAINE:

Im Stadium I finden sich vielfach uncharakteristische Beschwerden wie rasche Ermüdbarkeit, Kälte- und Schweregefühl, Parästhesien und Hautblässe im Bereich der unteren Gliedmaßen.

Im Stadium II zeigt sich eine schmerzbedingte Begrenzung der Gehleistung bei Belastung, die sog. Claudicatio intermittens.

Für das Stadium III sind Ruheschmerz und gestörte Hauttrophik sowie fehlende periphere Pulse charakteristisch, während im

Stadium IV der Ruhe- und Dauerschmerz mit oft aufgehobener Gehfähigkeit, Nekrose und Gangrän das Krankheitsbild bestimmt.

2. Diagnostik

An diagnostischen Möglichkeiten zur Erfassung peripherer arterieller Durchblutungsstörungen stehen uns heute neben den bewährten klinischen Methoden der Pulspalpation und Auskultation, des palpatorischen Seitenvergleiches der Hauttemperatur sowie der Durchführung einfacher Funktionsprüfungen wie der Lagerungsprobe nach RATSCHOW und der Bestimmung der beschwerdefreien Gehstrecke zahlreiche apparative Methoden zur Verfügung.

2.1. nicht apparativ

Jede angiologische Diagnostik basiert auf der Erhebung eines exakten Pulsbefundes zur Orientierung über generelle Gefäßdurchgängigkeit, jedoch schließen gut tastbare Fußpulse eine eingeschränkte Extremitätendurchblutung distal eines Verschlußprozesses aufgrund einer guten kollateralen Kompensation oder anatomischer Varianten der A. dorsalis pedis nicht immer aus (RAU, 1970).

Bei der Früherkennung durchblutungsgestörter Gefäßbezirke, die durch Palpation noch nicht erfaßt werden oder einer Palpation nicht zugänglich sind (A. thoracica, A. iliaca communis, A. iliaca externa et interna), ist die Auskultation von Stenosegeräuschen als einziges, nicht apparatives Verfahren aussagekräftig (BÜHLER et al., 1968).

Aufschluß über den Kompensationsgrad des Gefäßverschlusses erbringt die Ergänzung der Basisdiagnostik durch Funktionsprüfungen wie die Lagerungsprobe nach RATSCHOW und die Bestimmung der noch möglichen schmerzfreien Gehstrecke unter standardisierten Bedingungen.

Die verbleibende Funktion minderdurchbluteter Beinmuskulatur, die sich unter genormter Belastung mittels Gehstreckentest quantitativ erfassen läßt, gilt als Maß für den Beschwerdegrad arterieller Durchblutungsstörungen bzw. deren kollaterale Kompensation (RAU). Sinnvoll ist eine Gehstreckentestung jedoch nur im Stadium II zur Feststellung einer Belastungsinsuffizienz, gekennzeichnet durch den auftretenden, typischen Claudicatio-Schmerz sowie zur Verlaufskontrolle während aktiver und passiver Übungsbehandlung.

Verschiedene Autoren (SCHOOP, KAPPERT, RAU) haben darauf hingewiesen, daß eine Besserung der Gehstreckenwerte

während des Therapieverlaufes jedoch nicht allein von kollateraler Mehrdurchblutung abhängt, sondern auch als Folge einer ökonomischeren und rationelleren Gehweise sowie trainingsbedingter Verbesserung der O_2 -Utilisation anzusehen ist.

2.2. apparativ

Zur Bestätigung und Erweiterung der klinischen Diagnostik mit der Möglichkeit zur Verlaufsdokumentation während Therapieanwendung stehen als apparative Untersuchungsmöglichkeiten zur Verfügung:

1. mechanische Oszillographie (GESENIUS-KELLER)
2. Belastungsoszillographie (SCHOOP, KALTENBACH)
3. elektronische Oszillographie (KAPPERT)
4. Rheographie (KAINDL u. Mitarbeiter)
5. Hautthermometrie (GIBBON und LANDIS)
6. Ultraschall-DOPPLER-Methode (RICHTER und HASSE)

Zur quantitativen Messung der Extremitätendurchblutung werden die Venenverschußplethysmographie (BARBEY, BOLLINGER, BARCROFT u. HESS), die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit (HENSEL) und das Radioisotopen-Clearence-Verfahren (KETY) angegeben.

Das Verfahren der Wärmeabstrahlungsmessung mittels Thermographie zu Verlaufskontrolluntersuchungen soll Gegenstand nachfolgender eigener Untersuchungen sein.

Für den unmittelbaren Nachweis eines pathologischen Befundes am Gefäßsystem ist die Angiographie das Verfahren der Wahl, das exakte und sichere Aussagen über Lokalisation und Ausdehnung von Stenosen bzw. Verschlüssen

zuläßt und somit in der Lage ist, das klinische Untersuchungsergebnis zu objektivieren.

Gleichzeitig stellt die Beurteilung des Kollateralkreislaufes in Bezug auf anatomischen Verlauf und hämodynamische Wirksamkeit ein wichtiges Kriterium für Zeitpunkt des Auftretens und Dauer der Durchblutungsstörung dar (ZEITLER).

3. Therapie

3.1. chirurgisch

Übereinstimmend wird heute von verschiedenen Autoren (VOLLMAR, SCHIMANSKI, HEIDRICH, KRÜGER, KAPPERT, RÜCKER, BÜRGER, GALL u. MÜHE, SCHADE, DALICHAU u. UNGEHEUER) der Anteil moderner gefäßchirurgischer Methoden der Revaskularisation und Rekonstruktion der Gefäßbahn mit 20 - 30 % an der Gesamttherapie des chronischen arteriellen Ischämiesyndroms mitgeteilt. Verschlußlokalisation, periphere Abflußverhältnisse, Erkrankungsstadium und Allgemeinzustand des Patienten sind die entscheidenden Kriterien zur Indikationsstellung. Über Notwendigkeit und Dringlichkeit eines operativen Eingriffes im Stadium II herrschen nach wie vor unterschiedliche Auffassungen (RÜCKER, BÜRGER, GALL, MÜHE, RODLER).

Nach Ansicht von SPIES, HEHRLEIN und HEINRICH sollte die lumbale Sympathektomie vorwiegend auf rein periphere Lokalisationstypen ohne Berücksichtigung des Stadiums der Erkrankung und auf kombinierte Verschlußlokalisationen des Oberschenkeltyps mit peripherer Beteiligung beschränkt bleiben.

3.2. internistisch-medikamentös

Für die überwiegende Zahl der Patienten verbleibt die

konservative Therapie in Form von Ausschaltung und Behandlung möglicher Risikofaktoren (HAUSS) sowie Anwendung physikalisch-therapeutischer und pharmakologischer Maßnahmen.

Im Vordergrund der medikamentösen Therapie stehen Digitalisierung (KAPPERT, NOBBE), Fibrinolyse (MARTIN, SCHOOP, ZEITLER u. Mit., ALEXANDER, HEINRICH u. SCHMUTZLER, SCHOOP u. LEVY), Antikoagulantien (GOOSSENS, HESS, WITTE) und mit Einschränkungen Vasodilantien, über deren erfolgreichen klinischen Einsatz hinsichtlich Besserung der Gehleistung unterschiedliche Ergebnisse, u. a. abhängig von der Applikationsform mitgeteilt werden (SCHOOP, SOLTY und Mit., KAPPERT, NOBBE, GILLESPIE, HILD u. Mit., KRAUSE u. DITTMAR).

3.3. physikalisch-therapeutisch

Für die Anwendung physikalischer Maßnahmen in der Therapie chronisch-arterieller Durchblutungsinsuffizienz steht eine Vielzahl unterschiedlicher Therapieformen zur Verfügung. Verfahren aus dem Bereich der Balneo- und Hydrotherapie, Elektrotherapie, Mechanotherapie und aktive Übungsmethoden werden in großem Umfange, häufig unter kurmäßigen Bedingungen eingesetzt.

Im Vordergrund steht dabei heute die aktive krankengymnastische Übungsbehandlung.

Untersuchungen von KRAUSE u. DITTMAR aus den Jahren 1973 - 1976 an ausreichend großen Kollektiven bestätigen die gute Erfolgsrate anderer Autoren (ERICSSON u. Mit., LARSEN u. LASSEN, SCHOOP, KÖHLER, SCHMIDTKE, BOLLINGER, BUCHWALSKY u. Mit.) bei Einsatz funktionellen Gefäßtrainings im Stadium II nach FONTAINE unter vergleichbaren Therapiebedingungen und Bewertungskriterien und verweisen auf die größte Gehstreckenzuwachs-

rate bei Durchführung des sog. Intervalltrainings (5 Behandlungen pro Woche, insgesamt 30 Anwendungen).

Beim direkten Vergleich der Therapieergebnisse aktiver Übungsbehandlung und synkardialer Massage, den DITTMAR 1974 an 166 Patienten anstellte, zeigte sich das Gefäßtraining der Syncardonbehandlung eindeutig überlegen. Weitere Vergleichsuntersuchungen von KOHL (1976) für den Bereich der Bindegewebsmassage und der diadynamischen Ströme bestätigten die Überlegenheit der aktiven Übungsbehandlung nachhaltig.

4. Aktive Übungsbehandlung

4.1. Wirkungsweise

Der therapeutische Wert der Übungsbehandlung wurde empirisch gefunden, über das Zustandekommen existieren Theorien verschiedener Autoren.

Die Hypothese, die eine Eröffnung und Erweiterung präformierter arterio-arterieller Anastomosen als Ursache verbesserter Gehleistung während und nach Trainingsarbeit annahm, schien nach SCHOOP gut begründet, zumal durch Muskularbeit eine Steigerung der kollateralen Blutströmungsgeschwindigkeit ausgelöst wird, die als verantwortlicher Stimulus für Lumenvergrößerung und Wandstärkenzunahme gilt (LONGLAND, NOTHNAGEL, OLVSON, SCHAPER u. Mit., HESS, RATSCHOW, BOLLINGER).

Über eine Zunahme der Durchblutung nach aktiven Übungen bei Gefäßkranken wie Gefäßgesunden mit Hilfe der Na²⁴-Clearance-Messung berichteten WISHAM, ABRAMSON u. EBEL.

Gegen eine überwiegende Bedeutung dilatierter Kollateralarterien als Ursache verbesserter Gehleistung sprachen quantitative Durchblutungsmessungen vor und nach Übungs-

therapie von SCHOOP und LARSEN u. LASSEN, die keine signifikante Mehrdurchblutung, jedoch eine deutliche Gehstreckenverbesserung feststellen konnten.

Kreislaufphysiologische Untersuchungen von VARNAUSKAS, BJÖRNTROP u. FAHLEN zeigten die Bedeutung der Blutverteilung neben der Blutzufuhr durch Vergleich des Wirkungsgrades der Durchblutung trainierter und untrainierter Muskulatur.

PETERSEN u. SCHRÖDER stellten für eine durch Arbeitsbelastung ausgelöste Steigerung der Muskeldurchblutung die Abhängigkeit von einem entsprechenden Trainingszustand fest.

Daraus folgt nach SCHOOP, daß ein gerade noch ausreichend versorgter, "geübter" Muskel hinter dem Verschluß für gleiche Arbeit weniger Blut, d. h. O_2 benötigt und deshalb für schlechter versorgte Areale mehr Blut (Blutumverteilung) zur Verfügung steht.

Tägliche Muskelbelastung wirkt weiterhin als Training des Muskelstoffwechsels, dessen aerobe Kapazität durch Steigerung der Enzymaktivitäten (ATP-Resynthese) unter Zunahme von Zahl und Größe der Mitochondrien erheblich anwachsen kann (HOLLOSZY, GOLLNICK u. KING).

Durch Zunahme der Kapillarisierung des Skelettmuskelgewebes (PETREN, SJÖSTRAND u. SYLVEN) wird der Diffusionsweg für O_2 verkürzt.

Über eine signifikante quantitative Änderung der Metabolite Lactat und Pyruvat in der V. femoralis im Sinne einer besseren Utilisation nach dosierter Muskularbeit berichtet KÖHLER.

Entscheidende Bedeutung kommt schließlich auch dem Faktor des Erlernens einer ökonomischeren, geschickteren Gehstechnik zu, die eine Verlängerung der schmerzfreien Gehstrecke bei unveränderter Durchblutungsstörung durch

verbessertes Zusammenspiel synergistischer und antagonistischer Muskelgruppen ermöglicht (SCHOOP).

4.2. Durchführung

Für Patienten der Stadien I und II nach FONTAINE wird eine aktive Übungstherapie empfohlen, die nach SCHLÜSSEL intervallmäßig erfolgen und bei der das Gehen sowie Bewegungsübungen im Wechsel mit kompensatorischen Pausen als natürlicher Bewegungsablauf in den Vordergrund gestellt werden soll (HILDEBRANDT, SCHOOP).

Über signifikante Gehstreckenzunahmen nach Bewegungstherapie liegen Berichte verschiedener Autoren vor (LARSEN u. LASSEN, SCHOOP, ERICSSON et al., KRAUSE u. DITTMAR).

Die mit unseren Patienten durchgeführten Übungen lassen sich prinzipiell in solche aus dem Sitz, dem Stand und dem Gehen unterteilen:

- a. Auf einem Hocker sitzend werden durch verschiedene Roll-, Beuge- und Streckübungen Oberschenkel-, Waden- und kleine Fußmuskulatur im Wechsel beansprucht.
- b. Aus dem Stand erfolgt durch Zehenstände, Kniebeugen, Beinkreisen etc. gleichzeitige Belastung von Ober- und Unterschenkelmuskulatur.
- c. Geh- und Laufübungen bestehen aus Zehen- und Fersengang, Stehschritt, Storchengang, Ausfallschritt, Hockgang u. a., wobei Schallplattenmusik mit unterstützender und stimulierender Wirkung eingesetzt werden kann.

Die Übungen werden durch Lockerungsgymnastik unterbrochen und jeweils nur bis zur durch regelmäßige Leistungsüberwachung festgestellten submaximalen Belastungsgrenze durchgeführt (2/3-Prinzip).

Nach SCHOOP liegt dieser speziellen "Gefäßgymnastik" der Versuch der Belastung möglichst vieler Muskelanteile distal des Verschlusses, verbunden mit Gelenkmobilisation sowie Gangökonomisierung zugrunde.

5. Infrarot-Thermographie

5.1. Entwicklung

In den Jahren 1956/57 von LAWSON erstmalig zur Messung erhöhter Hauttemperatur über einem Mammakarzinom eingesetzt, schlossen sich erste Entwicklungen bildgebender Temperaturmeßgeräte für den Einsatz im medizinischen Bereich an, nachdem die Messung der von einem Körper abgestrahlten infraroten, elektromagnetischen Strahlung zur Bestimmung seiner Temperatur vorher schon auf militärischem Sektor seit gut 10 Jahren ausgenutzt worden war. Über den Zeitraum von einem Jahrzehnt beschränkte sich die Anwendung der Infrarot-Thermographie fast ausschließlich auf die Erkennung von Mamma-Tumoren.

LLOYD u. WILLIAMS (1960/61), MAXWELL-CADE (1963) und GERSHON-COHEN (1963/64) bestätigten die von LAWSON erhobenen Befunde, insbesondere für noch kleine, schnell wachsende Karzinome.

5.2. Anwendungsgebiete und Ergebnisse

1967 konnte GERSHON-COHEN in 94 % von 200 histologisch gesicherten Mammakarzinomen eine richtig positive Diagnose erzielen, 1968 faßte HABERMANN die Ergebnisse von 12 Autoren zusammen, wobei sich ein richtig positiver Befund in 86,9 % bei insgesamt 795 histologisch bestätigten Karzinomen ergab.

VAILLANT unternahm 1970 den ersten Versuch, Reihenuntersuchungen der Brust durchzuführen und kam wie AARTS (1971), BOURJAT u. GAUTHERIE (1972), die ihre thermographischen Untersuchungen in Anlehnung an die internationale Tumorklassifikation (TNM) vornahmen, zu der Empfehlung, die Infrarot-Thermographie als ergänzende diagnostische Untersuchungsmethode der Mammographie zur Seite zu stellen. Man versuchte, sich die neuen diagnostischen Möglichkeiten auch auf anderen Gebieten der Medizin zunutze zu machen.

Als Anwendungsbeispiele seien erwähnt:

Die Temperaturbilddarstellung entzündlicher Prozesse und rheumatischer Gelenk- und Muskelveränderungen (HABERMANN et al., RUSCH u. ZYSNO, DISELIUS, KOOB, JOHNE),

der Nachweis von Hyperthermiezonen bei Entzündungen im Kiefer-Gesichts-Bereich (SCHMIDT, LUTZE u. GANSSEN),

die Placentalokalisation (HEERMA van VOSS),

die Unterstützung und Sicherung der Diagnose beim TIETZE-Syndrom (AARTS),

die thermographischen Schilddrüsenuntersuchungen im Vergleich zur nuklearmedizinischen Lokalisationsdiagnostik (HÜLSE, JOHNE)

sowie die Thermographie der unteren Extremitäten zum Nachweis einer retroperitonealen Lymphknotenmetastasierung (JOHNE et al.).

CONNELL, MORGAN u. ROUSSELOT sowie BLOOMENSTEIN beobachteten die Durchblutung bei transplantierten Hautlappen und traumatischen Oberflächendefekten, während BUWALDA über seine Ergebnisse bei hochgradigen Verbrennungen und Erfrierungen berichtete.

Von mehreren Autoren wurde die Thermographie in den

letzten Jahren zur Untersuchung peripherer arterieller und venöser Durchblutungsstörungen eingesetzt:

Auf dem Gebiet der Erkennung von Carotisstenosen und -verschlüssen sowie partieller und totaler intracranieller Gefäßverschlüsse liegen Arbeiten von WOOD, BACKLUND, HEYMAN u. LECHTAPE vor, die übereinstimmend pathologische Thermogramme bei Lumeneinengungen von über 85 %, häufig auch bei Stenosen zwischen 50 und 85 % und in einem Drittel der Fälle sogar bei Strömungsbehinderungen im Verlaufe der A. carotis von weniger als 50 % fanden.

Die Thermographie zur Beurteilung der pharmakologisch induzierten Durchblutungssteigerung benutzten u. a. HEERMA van VOSS, GROS, WEILL et al., HARDER et al., HEISIG et al., JOHNE und beobachteten übereinstimmend eine nachweisbare Erhöhung der Oberflächentemperatur als Ausdruck einer Steigerung der Hautdurchblutung.

KRONBERG führte 1968 Nachweis und Prüfung des vasodilatatorischen Effektes von Nikotinsäure durch.

PFITZENMAIER u. Mit. wandten die Thermographie 1974 zur Beurteilung regionaler Durchblutungsstörungen an Shunt- und Fistelextremitäten während Hämodialyse an und stellten bei Dialysekranken eine gegenüber gesunden Kontrollpersonen vor Dialyse um ca. 3° C geringere Hauttemperatur an der Handinnenfläche fest. Während Dialyse kam es zu einem Temperaturabfall bis zu 7° C in der Fistel-Shunt-Extremität. Die Autoren folgerten: zur Vermeidung dialysebedingter Durchblutungsstörungen kann mit Hilfe der Thermographie vor Gefäßeingriffen die besser durchblutete und damit geeignetere Extremität ohne großen Aufwand ermittelt werden.

LITMANOWITCH, PATIL, WILLIAMS und LLOYD-WILLIAMS lokalisierten insuffiziente Venae perforantes als "hot spots", bedingt durch Rückfluß warmen Blutes aus tiefergelegenen in oberflächliche Beinvenen.

Der Einsatz der Thermographie bei Patienten mit Claudicatio intermittens im Stadium II erfolgte 1968 durch NOTTER u. MELANDER und zeigte den klinischen Prüfparametern analoge Ausfallserscheinungen im Temperaturbild. Gleichzeitig wiesen die Autoren anhand zunehmender Hauttemperaturen die Normalisierung der Durchblutungsverhältnisse nach Sympathektomie nach. Langzeitkontrollen lassen jedoch einen Erfolg zweifelhaft erscheinen (JOHNE et al. in Vorbereitung).

AARTS verglich 1969 seine Thermographieergebnisse bei Durchblutungsstörungen im Stadium II mit den entsprechenden Arteriographiebefunden und stellte das Auftreten pathologischer Thermogramme bei einer 50-60%igen Durchblutungsminde- rung fest. Klinische Anzeichen einer Durchblutungsinsuffizienz konstatierte er jedoch erst bei einer Minderung von 70 %. Bemerkenswert war die Tatsache, daß in 24 % der Fälle einem pathologischen Thermogramm ein normaler Arteriographiebefund entgegenstand.

Eine weitere systematische Gegenüberstellung 45 angiographischer und thermographischer Befunde, sowie Aussagen über Kriterien der Thermogrammbewertung legten HÜLSE, HABIGHORST u. BUCHWALD 1970 vor.

Thermographische und angiographische Ergebnisse wurden unabhängig voneinander fixiert und nach Abschluß aller getrennt durchgeführten Befundungen einander gegenübergestellt. Die Einordnung der Thermographiebefunde geschah als "sicher", "fraglich" und "nicht pathologisch". Als "sicher" wurden solche mit einer Temperaturdifferenz von $\pm 2^{\circ}\text{C}$ entweder gegenüber korrespondierenden Hautarealen der Gegenseite oder bei abrupten Temperaturunterschieden an einer Extremität angesehen, als "fraglich", wenn die Differenz zwischen $1,0^{\circ}\text{C}$ und $2,0^{\circ}\text{C}$ lag.

Es resultierte in 21 von 36 Fällen eine gute, in 8 Fällen eine teilweise und in 7 Fällen keine Übereinstimmung.

Übereinstimmende Ergebnisse sahen die Autoren bei peripherer Mangeldurchblutung infolge proximal lokalisierter Gefäßverschlüsse (Hypothermie der distalen Extremitätenabschnitte), sowie bei Verschlüssen mit oberflächennahen Kollateralen (Hyperthermie in der Kollateralregion).

Teilweise Übereinstimmung wurde vor allem beobachtet, wenn beidseitige Gefäßverschlüsse unterschiedlichen Grades vorlagen, die eine vergleichende thermographische Beurteilung beider Extremitäten erschwerten. So führten beispielsweise tief im Weichteilmantel lokalisierte Kollateralen zu thermographischen Befunden, die nur bei Kenntnis des zugehörigen Angiogrammes als "sicher", ohne diese lediglich als "fraglich" gedeutet werden konnten.

Keine Übereinstimmung ergab sich bei Patienten, die trotz nachgewiesener Obliterationen eine Dekompensation der peripheren Durchblutung vermissen ließen (die Autoren verzichteten auf die Anfertigung von Belastungsthermogrammen).

Aus diesen Ergebnissen leiteten die Autoren folgende, für die Anwendbarkeit der Thermographie bei peripheren arteriellen Durchblutungsstörungen im Stadium II geltenden Kriterien ab:

- a. Die Thermographie gestattet keine oder nur unvollständige Aussagen über die Morphologie einer Gefäßalteration. Während sich eine exakte Verschlusslokalisation meist als schwierig erweist, ist die funktionelle Wirksamkeit von Gefäßveränderungen (Kollateralen) im allgemeinen gut zu beurteilen.

- b. Die physikalischen Eigenschaften menschlicher Haut gestatten die Erkennung tiefliegender Prozesse nur, wenn sie zu einer Änderung der Durchblutung des Hautkapillarnetzes führen.
- c. Unter Berücksichtigung des schlechten Wärmeleitvermögens subkutanen Fettgewebes darf angenommen werden, daß die Oberflächentemperatur der Haut vorwiegend als Parameter der Durchblutung des Hautgefäßnetzes anzusehen ist.
- d. Im Thermogramm der Extremitäten Gesunder findet sich eine regelmäßige, symmetrische Verteilung von Zonen unterschiedlicher Temperaturen mit einem Proximal-distal-Gefälle von c. 2°C , wobei die Temperaturdifferenzen zwischen rechts und links 1°C nicht überschreiten.

CHUDACEK bestätigte diese prinzipiellen Kriterien 1974 beispielsweise auch bei einer Gegenüberstellung 40 thermographischer und phlebographischer Befunde.

GANSSEN beschrieb 1970 veränderte Abflußwege im Wärmebild bei tiefergelegenen Gefäßverschlüssen anhand eigener Untersuchungen.

Zu ähnlichen Ergebnissen wie HÜLSE u. Mit. kamen 1972 JOHNE u. SÖRENSEN bei einer kombiniert angiographisch-thermographisch durchgeführten Untersuchung. In 24 von 39 beobachteten Fällen sprachen sie den Verdacht auf eine arterielle Minderdurchblutung aus, wobei die thermographische Diagnose durch die Tatsache erschwert wurde, daß es sich vorwiegend um Patienten handelte, bei denen im Rahmen eines generalisierten Gefäßprozesses multiple Stenosen und Verschlüsse an einem oder beiden Beinen in wechselnder Stärke und vielfältigen Befundkombinationen vorlagen.

In 7 Fällen war eine Temperaturerniedrigung nicht nachweisbar, vielmehr zeigten sich lokale bzw. generali-

sierte, relative und absolute Temperaturerhöhungen ("paradoxe Befund", JOHNE), da neben arteriographisch nachgewiesenen Stenosen eine phlebographisch sichtbare partielle Thrombosierung des Gefäßsystems bestand. Die Autoren interpretierten diese Bilder im Sinne eines "Umgehungskreislaufes" über die Haut bei eingeschränkter Durchblutung der tiefen Gewebsschichten, da dieser Befund nicht bei massiven, akuten und kompletten, jedoch bei inkompletten Verschlüssen, solchen mit Kollateralisierung oder partieller Rekanalisation nachweisbar war.

Allgemein stellten GROS, GAUTHERIE und BOURJAT 1971 fest:

Bei Verschluß einer tiefliegenden Arterie wird der Blutstrom teilweise durch oberflächliche Zirkulationsströme umgeleitet, dementsprechend zeigt das Thermographiebild diffuse Erwärmung in Höhe des tiefliegenden Verschlusses, distal davon Abkühlung infolge Ischämie.

In der amerikanischen Literatur wurde dieser Fundamentalfund thermographischer Diagnostik bereits 1964 von SKVERSKY, HERRING u. BARON, WINSOR u. BENDEZU erhoben, in den Jahren danach durch zahlreiche Veröffentlichungen, u. a. von GERSHON-COHEN u. HABERMAN, WINSOR u. HYMAN bestätigt.

5.3. physikalische Grundlagen

Die Thermographie stellt die kontaktlose, bildliche Wiedergabe der Oberflächentemperaturen eines Körpers dar. Sie benutzt die Tatsache, daß jeder Körper, dessen Temperatur oberhalb des absoluten Nullpunktes ($-273,2^{\circ}\text{C} = 0^{\circ}\text{K}$) liegt, konstant einen Teil seiner Wärmeenergie in Form

elektromagnetischer Infrarotstrahlung abgibt.

Die gesamte, pro Flächeneinheit emittierte Strahlungsleistung W ist eine Funktion der absoluten Temperatur T des Körpers und seiner Oberflächenbeschaffenheit, die als Emissionsvermögen ϵ in die Strahlungsgesetze eingeht.

Es gilt das STEFAN-BOLTZMANN'sche STRAHLUNGSGESETZ

$$W = \epsilon \cdot \sigma \cdot T^4 \quad \left[\text{Watt} \cdot \text{m}^{-2} \right]$$

wobei $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-12} \quad \left[\frac{\text{W}}{\text{cm}^2 \cdot (\text{Grad K})^4} \right]$

eine Naturkonstante darstellt.

Ein im spektralen Bereich des Infraroten sog. "idealer schwarzer Körper" ist dadurch definiert, daß für ihn $\epsilon = 1$ gilt, d. h. er absorbiert die gesamte auf ihn auftreffende Infrarotstrahlung ohne Reflektion.

Für einen solchen "schwarzen Körper" gilt daher $W = \sigma \cdot T^4$, so daß sich seine Temperatur nach dieser Gleichung mit bekanntem σ direkt ermitteln läßt, wenn die Infrarotstrahlungsleistung W gemessen wurde.

Nach HARDY, WATMOUGH u. OLIVER ergibt sich für die menschliche Haut $0,98 < \epsilon < 1$, d. h. sie ist annähernd einem "schwarzen Körper" gleichzusetzen.

Die emittierte Strahlung besitzt eine spektrale Verteilung. Die Wellenlänge λ_{max} des Strahlungsmaximums wird durch die Temperatur T bestimmt.

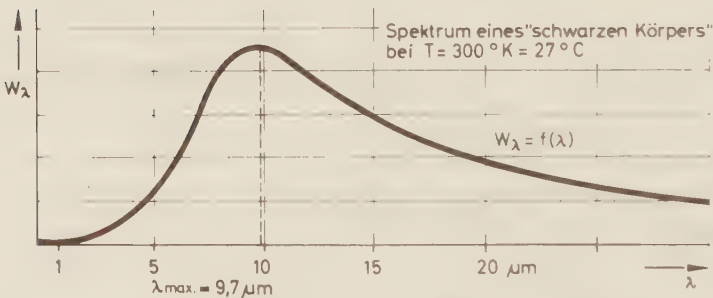
Das WIEN'sche Verschiebungsgesetz

$$\lambda_{\text{max}} \cdot T = \text{konst} = 2897 \text{ m} \cdot ^\circ\text{K}$$

besagt, daß sich mit steigender Temperatur T λ_{max} zu kürzeren Wellenlängen hin, bzw. mit abnehmender Temperatur zu größeren Wellenlängen (Richtung Infrarot) verschiebt.

Hieraus ergibt sich für einen "schwarzen Körper" bei $300^{\circ}\text{K} = 27^{\circ}\text{C}$ ein Strahlungsmaximum bei einer Wellenlänge von $9,65 \mu\text{m}$ (Abb. 1).

Die Funktion der spektralen Strahlungsintensität $W_{\lambda} = f(\lambda)$ ist als "PLANCK'sches STRAHLUNGSGESETZ" auch mathematisch formuliert.



$W_{\lambda} = f(\lambda)$ Planck'sches Gesetz

$\lambda_{\text{max}} = \frac{2897}{^{\circ}\text{K} \cdot \mu\text{m}}$ Wien'sches Verschiebungsgesetz

$W = \epsilon \cdot \sigma \cdot T^4$ Stephan-Boltzmann'sches Gesetz

$$W = \int_0^{\infty} W_{\lambda}(\lambda) d\lambda$$

λ = Wellenlänge

W_{λ} = spektrale Strahlungsleistung

W = gesamte Strahlungsleistung

ϵ = Emissionsfaktor; $\epsilon \approx 1$

σ = Strahlungszahl des "schwarzen Körpers"; Konstante

T = absolute Temperatur

für einen "schwarzen Körper" gilt $\epsilon = 1$

Abb. 1 Spektrale Verteilung der Infrarot-Strahlung

5.4. Thermographiegerät

Die für unsere Messungen verwendete Infrarot-Kamera (Hersteller: Firma AGA Thermovision) Abb.2 wandelt die von der Hautoberfläche emittierte Wärmestrahlung über ein mechanisch-elektronisches System in ein auf einem Leuchtschirm sichtbares Bild um, dessen Helligkeitsabstufungen verschiedenen Temperaturen entsprechen.

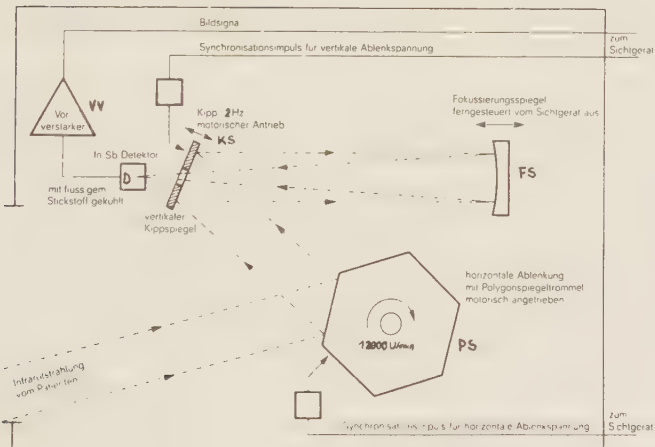


Abb. 2 Kameraeinheit und
Infrarot-Strahlengang

PS = Polygonspiegel
KS = Kippspiegel
FS = Fokussierungsspiegel
D = Detektor
VV = Vorverstärker

Die vom untersuchten Objekt kommende Strahlung trifft in der Kameraeinheit zunächst auf die Fläche eines schnell rotierenden Polygonspiegels PS (200 Umdrehungen/sec) und

wird horizontal auf einen Kippspiegel KS (2 Kipp./sec) umgelenkt, der die vertikale Abtastung vornimmt. Von hier wird die Strahlung auf einen konkaven Fokussierungsspiegel FS reflektiert und gelangt gebündelt durch eine Öffnung im Kippspiegel über einen kleinen feststehenden Spiegel auf den Detektor D, der ca. 20000 Bildpunkte, entsprechend 20000 Einzelmessungen erfaßt.

Dieser Detektor besteht aus einem in flüssigem Stickstoff auf -196°C gekühlten Indium-Antimonit-Kristall-Halbleiter, dessen elektrische Leitfähigkeit sich proportional der Intensität auftretender Infrarot-Strahlung ändert.

Das Abbildungssystem erfaßt die abstrahlende Fläche bei zeilenförmiger Abtastung als einzelne Bildpunkte (200 in horizontaler Richtung, 100 in vertikaler Richtung). Dieser Vorgang, bei dem jeder Bildpunkt einer Temperaturmessung entspricht, erfolgt mit einer Frequenz von 2 vollständigen Abtastungen pro Sekunde.

Die so im Detektor entstehende, von der Größe der auftretenden Infrarot-Strahlung abhängige Spannungsamplitude wird nach Vorverstärkung VV zusammen mit je einem Synchronisationsimpuls für vertikale und horizontale Ablenkung als Bildsignal über ein Kabel zum Sichtgerät geführt.

Synchron zur Abtastung wird hier, dem Fernsehbild ähnlich, das Detektorsignal wieder zu einer Abbildung zusammengesetzt, es entsteht ein sichtbares Hell-Dunkel-Bild, in welchem jeder Grautonabstufung eine bestimmte Temperatur zugeordnet ist. Von uns wurde die Schaltung hell $\hat{=}$ kalt, dunkel $\hat{=}$ warm verwendet.

Durch Zuschalten sog. "Isothermen" (Linien gleicher Temperatur) ist es möglich, Temperaturdifferenzen verschiedener Grautöne zu bestimmen.

Die Dokumentation erfolgt durch Photographie des Oszilloskopbildes mit einer Kleinbildkamera (in unserem Falle

MINOLTA SR). Bei Verwendung eines entsprechenden Farbfilter-Zusatzgerätes können die unterschiedlichen Grauwerte in 8 Farbwerte umgesetzt werden. Dabei entsprechen die Farben der verschiedenen Filter jeweils einer Temperaturdifferenz von 1°C bei vorgegebenem Meßumfang von 10°C (entsprechend 2°C bei 20°) und reichen von der höchsten Temperatur (weiß) bis zur niedrigsten (dunkelblau).

5.5. Untersuchungsgang

Die Durchführung reproduzierbarer Temperaturmessungen ist von verschiedenen exakt einzuhaltenden Untersuchungsbedingungen abhängig.

Es wurde auf eine konstante Raumtemperatur von 20° bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % geachtet, da nach DUBOIS unter dieser Voraussetzung die Wärmeabstrahlung vom menschlichen Körper in Ruhe 60 - 65 % des gesamten Energieumsatzes beträgt und die durch Strahlung abgegebene Leistung mit steigender Umgebungstemperatur rasch abnimmt.

Um den Einfluß der von Glühlampen und Tageslicht ausgehenden Infrarot-Strahlung zu eliminieren, arbeiteten wir in einem abgedunkelten Raum.

Die Forderung nach statischem Temperaturverhalten wurde durch 15minütige Adaptation des entkleideten Patienten an die Umgebungstemperatur in Ruhelage gewährleistet. Nach dieser Abkühlungszeit wurden Thermogramme beider Fußsohlen der Patienten in Form eines "Schwarz-Weiß-Bildes" und einer "Farbserie" jeweils in 10° - und 20° -Einstellung des Gerätes aufgenommen.

Anschließend erfolgte beim stehenden Patienten die thermographische Erfassung beider Beine von den Füßen bis in Höhe der Inguinalregion in frontaler und dorsaler An-

sicht, sowie rechter und linker Schrägstellung, jeweils bei 10° - und 20° -Meßumfang, "schwarz-weiß" und "in Farbe".

5.6. normales Thermogramm



Abb. 3a Fußsohlen (10°)



Abb. 3b Fußsohlen (20°)



Abb. 3c Beine dorsal (10°)



Abb. 3d Beine dorsal (20°)



Abb. 3e Beine ventral (10°)



Abb. 3f Beine
Schrägstellung (10°)

Die Temperaturverteilung an der unteren Extremität ist symmetrisch und zeigt im Seitenvergleich normalerweise keine größeren Abweichungen als $0,5 - 1^{\circ} \text{C}$. Die Knie erscheinen kalt, die Temperaturen fallen zur Peripherie in Temperatursprüngen von 1°C konzentrisch ab.

An der Fußsohle zeigt sich, ausgehend von einem Maximum in Fußmitte, ein symmetrischer Temperaturabfall zu den Zehen und der Ferse hin.

Die Temperatur der dorsalen Unterschenkelfläche stellt sich aufgrund der darunter liegenden Muskel- und Gewebeteile im Vergleich zu der der Tibia aufliegenden ventralen Hautschicht wärmer dar. Bei Umrechnung mit Hilfe eines in das Bild eingeblendeten Referenzstrahlers ergibt sich für den Unterschenkel ein Temperaturumfang von ca. 25 bis 29°C , für den Fuß von ca. 23 bis 27°C .

6. Problemstellung

Die Untersuchung soll die Frage beantworten, ob bzw. inwieweit die unter standardisierter physikalischer Therapie (krankengymnastisches Intervalltraining mit 30 Behandlungen über 10 - 12 Wochen) beobachteten Gehstreckenveränderungen mit den erhobenen thermographischen Befunden übereinstimmen.

Ferner sollte geprüft werden, ob neben klinischen und physikalischen Beurteilungskriterien die Thermographie ein objektives, den Patienten in keiner Weise belastendes Mittel der Therapiekontrolle darstellt.

7. Eigene Untersuchungen

7.1. Patientenzahl, Behandlungshäufigkeit, Behandlungsdauer

In der Abteilung für Physikalische Therapie des Klinikum Steglitz der FU Berlin wurden von Februar 1973 bis August 1973 63 Patienten mit dem Krankheitsbild der Claudicatio intermittens im Stadium II nach FONTAINE mit aktiver Krankengymnastik (sog. "Gefäßtraining") kurmäßig behandelt.

Aus dem anfangs 67 Patienten umfassenden Kollektiv waren im Laufe der Behandlung 2 Patienten aus persönlichen Gründen, eine Patientin wegen Übergangs der Erkrankung in das Stadium III und ein Patient wegen einer progredienten Hüftgelenksarthrose ausgeschieden.

Das aktive Gefäßtraining erfolgte in der beschriebenen Weise durch Krankengymnastinnen der Abteilung und umfaßte bei durchschnittlich 3 Behandlungen pro Woche für jeden Patienten insgesamt 30 Behandlungen. Daraus ergaben sich als Dauer für die Gesamttherapie des einzelnen

Patienten Zeiten zwischen 10 und 12 Wochen.
Jeweils vor Beginn, nach Ablauf der Hälfte (15 Behandlungen) und am Ende der Behandlung wurden die Patienten einer thermographischen Untersuchung unterzogen.

7.2. Anamnese und Patientenuntersuchung

Bei der Erstuntersuchung wurden die Nüchternblutwerte von Glukose, Triglyceriden und Cholesterin bestimmt, Blutdruck, Körpergewicht und -größe gemessen, nach Nikotingenuß gefragt, eine Herzanamnese erhoben sowie zum Ausschluß von Gehbehinderungen anderer Ursachen anamnestisch nach arthrotischen, rheumatischen oder ischialgiformen Beschwerden gefahndet.

Ein durch Palpation und Auskultation erhobener Gefäßstatus vor und nach Therapie sowie Befragung der Patienten nach subjektiven Änderungen des Claudicatio-Schmerzes nach Behandlungsabschluß gehörten ebenfalls zum Untersuchungsablauf.

Leider konnten wegen eines technischen Defektes des Oszillographiegerätes lediglich bei 23 Patienten Anfangs- und Abschlußoszillogramme angefertigt werden.

Als Beurteilungskriterium des Therapieerfolges (SCHOOOP u. KÖHLER, SCHLÜSSEL, ERICSSON et al.) diente die beschwerdefreie Gehstrecke, die bei Behandlungsbeginn, während der Behandlung 1 x wöchentlich und bei Behandlungsende unter standardisierten Bedingungen wie folgt bestimmt wurde:

Zur Gewährleistung einer konstanten Ausgangssituation erfolgte der Gehtest nach 10-minütiger Ruhezeit, auf immer derselben 25 m langen Laufstrecke und bei gleicher Metronomeinstellung von 120 Schlägen/min.

Die Einhaltung dieser Frequenz diene der exakten Reproduzierbarkeit des Schrittempos und sollte durch eine schnellere Auslösung des "vollen" Claudicatio-Schmerzes zur Vergrößerung der Meßgenauigkeit beitragen.

Da die aktuelle Gehleistung u. a. vom jeweiligen Allgemeinbefinden der Patienten abhängig ist, wurden der Auswertung keine Einzelmessungen zugrundegelegt, sondern Mittelwerte bestimmt (s. u.).

7.3. Auswertung der Gehstrecken

Die Berechnung der prozentualen Gehstreckenzunahme erfolgte nach einer von FUCHS, KRAUSE u. DITTMAR entwickelten Meßzahl M,

$$M = \frac{(E_1 + E_2) - (A_1 + A_2)}{(A_1 + A_2)}$$

$M \times 100$ = Gehstreckenzunahme in %

A_1, A_2 = Gehstrecken bei Behandlungsbeginn

E_1, E_2 = Gehstrecken bei Behandlungsende

die die unterschiedliche Ausgangslage der Patienten berücksichtigt, d. h. Gehstreckenvergleiche von Patienten unterschiedlicher Ausgangsgehleistung zuläßt.

Im Interesse eines strengen Beurteilungsmaßstabes sowie zum Ausschluß von Zufallserfolgen wurden lediglich Gehstreckenverbesserungen, die, bezogen auf die Ausgangssituation, über 25 % lagen, als Therapieerfolg gewertet. Die Anzahl der von den Patienten ausführbaren Zehenstände kam nicht, wie ursprünglich vorgesehen, in die Endauswertung, da, wie Untersuchungen von KRAUSE u.

7.4. Auswertung der Thermogramme

Der Auswertung der Thermogramme wurden folgende Punkte zugrundegelegt:

1. Beurteilung von Konzentrik und Homogenität der Temperaturverteilung
2. Erfassung relativer Temperaturunterschiede im Seitenvergleich
3. Bestimmung absoluter Temperaturen mittels eingblendeten Referenzstrahlers
4. Zuordnung umschriebener hyperthermer Bezirke zu sichtbaren varikösen Veränderungen
5. Zuordnung hypothermer Bezirke zu durch klinische Untersuchung festgestellten Bereichen arterieller Minderdurchblutung

Nach unabhängig voneinander durchgeführter Auswertung der 3 für jeden Patienten angefertigten Bildserien wurden die Thermogramme, gekennzeichnet als Th I, Th II und Th III, mit der Frage nach aufgetretenen Änderungen im Temperaturbild miteinander verglichen.

Die Dokumentation erfolgte mittels Auswertungsbogen B (Abb. 5).

[illegible]

Abb. 5

8. Ergebnisse

8.1. Ergebnisse Physikalische Therapie

8.1.1. Anamnestische Daten und Risikofaktoren

Von den 63 Patienten, die zur Auswertung kamen, waren 46 (73 %) Männer und 17 (27 %) Frauen. Ihr Durchschnittsalter betrug 64,8 Jahre, der jüngste Patient war 46, der älteste 81 Jahre alt. Die Dauer der Krankheit, gerechnet vom Auftreten erster, flüchtiger Beinbeschwerden bis zum Zeitpunkt unserer Untersuchung betrug im Durchschnitt knapp 2 Jahre.

Die Auswertung von Anamnese und den bei dieser Erkrankung oft vorliegenden Risikofaktoren ergab folgende Verteilung:

	Patienten- zahl	Prozent
Klinisch manifester Diabetes	7	11,1
Herzanamnese	30	47,6
Digitalismedikation	27	42,9
Herzinfarkt	14	22,4
Pektanginöse Beschwerden	8	12,7
Erhöhter Cholesterinspiegel ($> 3,04$ g/l)*	18	28,6
Erhöhter Triglyceridspiegel ($> 2,00$ g/l)*	23	36,5
Raucher 1-20 Zig./die	34	54,0
> 20 Zig./die	6	9,5
Nichtraucher	23	36,5
Hypertonie (Grenzwert 150/90)	22	34,9

* obere Grenze der Normwerte im
Klinikum Steglitz, FU Berlin

Tab. 1 Anamnestische Daten und Risikofaktoren

8.1.2. Oszillographie und Pulsstatus

Auf die Auswertung der wegen des erwähnten Apparaturdefektes lediglich bei 23 Patienten angefertigten Oszillogramme mußte aus Vergleichsgründen verzichtet werden.

Palpation und Auskultation legten in 2 Fällen den Verdacht auf Progredienz des Gefäßleidens durch neu aufgetretene Obliterationen nahe, Veränderungen des Pulsstatus, die auf eine Durchblutungsverbesserung hingedeutet hätten, wurden in keinem einzigen Fall gefunden.

8.1.3. Lokalisation

Unter Berücksichtigung der klinisch einseitig, beidseitig sowie kombiniert aufgetretenen Gefäßobliterationen (Mehretagenbefall) lag aufgrund des Palpationsbefundes die Beteiligung der

Beckenarterien

bei 16 Pat. $\hat{=}$ 25,4 %

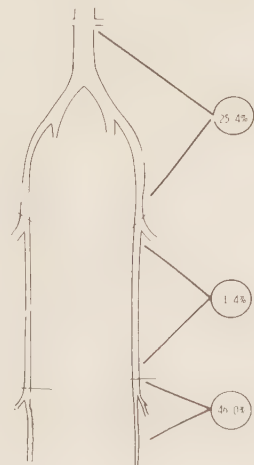
Femoralarterien

bei 45 Pat. $\hat{=}$ 71,4 %

Unterschenkelarterien

bei 29 Pat. $\hat{=}$ 46,0 %

vor (Abb. 6).



Verschlusshäufigkeit

8.1.4. Vergleich Pulsstatus - Schmerzlokalisation

Bei Vergleich der Angaben über Seitenlokalisation des Belastungsschmerzes und des bei Behandlungsbeginn erhobenen Pulsstatus (A. femoralis, A. poplitea, A. tibialis post., A. dorsalis pedis) ergab sich folgende Verteilung:

Belastungsschmerz	n	Pulsstatus		
		sichere Übereinst.	fragliche Übereinst.	keine Übereinst.
einseitig re	15	11 (73,3 %)	1 (6,7 %)	3 (20,0 %)
einseitig li	12	9 (75,0 %)	1 (8,3 %)	2 (16,7 %)
bds re > li	16	12 (75,0 %)	2 (12,5 %)	2 (12,5 %)
bds li > re	13	10 (76,9 %)	1 (7,7 %)	2 (15,4 %)
bds re = li	7	5 (71,4 %)	2 (28,6 %)	----

Durchschnitt: 74,3 % 12,8 % 12,9 %

Tab. 2 Belastungsschmerz und Pulsstatus

Als "sicher übereinstimmend" wurde das Fehlen der Pulse auf der angegebenen Schmerzseite an mindestens 3 Palpationsstellen, als "fraglich" das Fehlen an 1 - 2 Palpationsstellen oder bei deutlich abgeschwächt palpablen Pulsen bewertet, als "nicht übereinstimmend" galt das sichere Vorhandensein der Pulse auf der Seite des Claudicatio-Schmerzes.

Es zeigte sich eine durchschnittliche Übereinstimmung von angegebener Seitenlokalisation des Schmerzes und erhobenem Pulsbefund in 74,3 % der Fälle, als fraglich

waren 12,8 % und als nicht übereinstimmend 12,9 % einzustufen.

8.1.5. Gehstrecke

Die Auswertung des standardisierten Gehstreckentestes zeigte folgendes Resultat:

Durchschnittliche Gehstreckenzunahme des Gesamtkollektivs:	65,6 %
Gehstreckenzunahme über 25 %:	38 Pat. $\hat{=}$ 60,31 %
Gehstreckenzunahme unter 25 %:	20 Pat. $\hat{=}$ 31,75 %
Gehstreckenabnahme (Verschlechterung unter Ausgangswert):	5 Pat. $\hat{=}$ 7,94 %

Bei Zugrundelegung unseres Beurteilungsmaßstabes, lediglich Gehstreckenzunahmen von über 25 % als Befundbesserung im Sinne eines Therapieerfolges zu werten, wird die von DITTMAR 1974 angegebene, statistisch gesicherte Erfolgsrate von 80,5 % eines gleichermaßen therapierten, 36 Patienten umfassenden Kollektivs nicht erreicht. In vergleichbarem Bereich liegen die von uns mit 65,6 % ermittelte und die von DITTMAR mit 64,0 % angegebene durchschnittliche Gehstreckenzunahme für die entsprechenden Kollektive.

Mit Ausnahme der beiden erwähnten Fälle, die in Korrelation zum klinischen Verdacht auf Progredienz des Ge-

fäßleidens Gehstreckenabnahmen von 43,3 % bzw. 50,0 % aufwiesen, konnte für die Leistungsver schlechterung der übrigen 3 Patienten keine Erklärung gefunden werden.

Zur genaueren Vergleichsmöglichkeit mit den thermographischen Ergebnissen wurde eine Aufteilung in folgende zusätzliche Vergleichsgruppen vorgenommen:

Steigerungsrate	Patientenzahl	Prozent
150 %	6	9,52 %
100 - 150 %	7	11,11 %
50 - 100 %	12	19,05 %
25 - 50 %	13	20,63 %
0 - 25 %	20	31,75 %
Abnahme	5	7,94 %

Tab. 3 Vergleichsgruppen

8.1.6. Vergleich subjektive Angaben - objektive Steigerungsrate

Die von uns ermittelte, als Therapieerfolg gewertete Gehstreckenzunahme von über 25 % bei 38 Patienten ($\hat{=}$ 60,3 % der Fälle) wurde den subjektiven Angaben der Patienten nach Besserung der Beschwerden gegenübergestellt:

Belastungsschmerz gaben vor Therapiebeginn an:

einseitig rechts:	15 Pat. $\hat{=}$ 23,8 %
einseitig links:	12 Pat. $\hat{=}$ 19,1 %
beidseitig re > li:	16 Pat. $\hat{=}$ 25,4 %
beidseitig li > re:	13 Pat. $\hat{=}$ 20,6 %
beidseitig re = li:	7 Pat. $\hat{=}$ 11,1 %

Über subjektive Besserung nach Therapieabschluß
berichteten:

einseitig rechts:	9 Pat. $\hat{=}$ 60,0 % (6 Pat. $\hat{=}$ 40,0 % unverändert)
einseitig links:	11 Pat. $\hat{=}$ 91,7 % (1 Pat. $\hat{=}$ 7,3 % unverändert)
beidseitig re > li:	11 Pat. $\hat{=}$ 68,8 % (2 Pat. $\hat{=}$ 12,5 % bds.unverändert) (3 Pat. $\hat{=}$ 18,7 % li. gebessert)
beidseitig li > re:	4 Pat. $\hat{=}$ 30,8 % (2 Pat. $\hat{=}$ 15,4 % bds.unverändert) (7 Pat. $\hat{=}$ 53,8 % re. gebessert)
beidseitig re = li:	5 Pat. $\hat{=}$ 71,4 % (2 Pat. $\hat{=}$ 28,6 % bds.unverändert)

Durchschnitt: 64,5 %

Es standen demnach 60,3 % des Gesamtkollektivs mit objektiver Steigerungsrate 64,5 % mit subjektiver Besserungsangabe gegenüber. Dies ist als gutes Korrelationsergebnis zu werten.

In keinem einzigen Fall wurde ein vollkommenes Verschwin-

den des Claudicatio-Schmerzes, entsprechend einem Übergang in das Stadium I, angegeben.

Die insgesamt 13 Patienten ohne Besserungsangabe klagten über unveränderte Intensität und mit Ausnahme der beiden vermutlich klinisch progredienten Fälle, die unter Therapie einen etwas früher einsetzenden Schmerz angaben, auch über unveränderten Auftrittszeitpunkt des Belastungsschmerzes.

Bei den klinisch streng einseitig aufgetretenen Durchblutungsstörungen lag der Prozentsatz der Patienten mit Angabe subjektiver Besserung mit 75,8 % wesentlich höher als bei den Patienten mit doppelseitigen Beschwerden (Mehrfachbefall), von denen lediglich 57,0 % ein- oder beidseitige Besserung des Claudicatio-Schmerzes angaben.

8.2. Ergebnisse Thermographie

8.2.1. Vergleich klinischer Befund - Ausgangsthermogramm

Der vor Therapiebeginn erhobene klinische Befund wurde mit dem entsprechenden Thermogramm (Th I) nach folgendem Modus verglichen:

- a. Als "sicher übereinstimmend" werteten wir, wenn im Seitenvergleich der Fußsohlen entsprechend dem klinischen Befund Temperaturunterschiede von 2 und mehr Grad an mindestens 3 von 5 Vergleichsabschnitten (Dig I, Dig II-V, Vorfuß, Mitte, Ferse) nachzuweisen waren.

Ähnlich wurde bei der Beurteilung der Beinthermogramme verfahren: die Aufteilung der Unterschenkel erfolgte in die Abschnitte "distal", "Mitte" und "proximal".

Als "positiv" galt hierbei eine Temperaturdifferenz von mindestens 2°C , wenn sie in 2 Abschnitten, sowohl im ventralen wie dorsalen Bild zu sehen war.

Das Temperaturbild der Oberschenkel wurde ohne spezielle Unterteilung beurteilt.

- b. Als "fraglich übereinstimmend" werteten wir Temperaturdifferenzen von einem und mehr Grad, wenn sie bei sonstiger Seitengleichheit lediglich in einem (Unterschenkel) oder zwei (Fußsohlen) Segmenten sichtbar waren.
- c. Alle übrigen, den Punkten a. und b. nicht zuzuordnende Befunde, insbesondere "paradoxe", d. h. dem klinischen Befund widersprechende Bilder werteten wir als "nicht übereinstimmend".

		Thermographiebefund					
		Fußsohlen			Beine		
Klinischer Befund	n	sicher	fraglich	nicht übereinst.	sicher	fraglich	nicht übereinst.
einseitig re	15	8 (53,3%)	6 (40,0%)	1 (6,7%)	9 (60,0%)	2 (13,3%)	4 (26,7%)
einseitig li	12	7 (58,3%)	2 (16,7%)	3 (25,0%)	9 (75,0%)	-	3 (25,0%)
beidseits re > li	16	9 (56,3%)	6 (37,5%)	1 (6,2%)	9 (56,3%)	-	7 (43,7%)
beidseits li > re	13	5 (38,5%)	2 (15,4%)	6 (46,1%)	10 (76,9%)	1 (7,7%)	2 (15,4%)
beidseits re = li	7	3 (42,8%)	2 (28,6%)	2 (28,6%)	2 (28,6%)	1 (14,3%)	4 (57,1%)
Durchschnitt		49,84%	27,64%	22,52%	59,36%	7,06%	33,58%

Tab. 4 Vergleich: Klinischer Befund - Ausgangsthermogramm Th I

Wie Tabelle 4 zeigt, resultierte für den Bereich der Fußsohlen in 49,8 % der Fälle eine Übereinstimmung zwischen klinischem Befund und vor Behandlungsbeginn angefertigtem Thermogramm, im Bereich der Beine lag die Übereinstimmungsquote mit 59,4 % noch um rund 10 % höher.

Bei den Fußsohlen hielten sich die "fraglichen" und die "nicht übereinstimmenden" Vergleichsbefunde mit 27,6 % bzw. 22,5 % in etwa die Waage.

Für den Beinbereich kristallisierten sich mit 7,1 % bzw. 33,6 % deutlichere Unterschiede zwischen den als "fraglich" und "nicht übereinstimmend" bewerteten Befunden heraus.

Für die Gesamtextremität (Fußsohlen u. Beine) ergab sich somit folgende, statistisch allerdings nicht signifikante Korrelation zwischen bei Behandlungsbeginn vorliegendem klinischen Befund und Ausgangsthermogramm (Th I):

sichere Übereinstimmung	in 54,6 % der Fälle
fragliche Übereinstimmung	in 17,4 % der Fälle
keine Übereinstimmung	in 28,0 % der Fälle

Zur Bestätigung von Verwertbarkeit und Aussagekraft dieses Untersuchungsergebnisses seien hierzu vergleichsweise die Ergebnisse der o. a. Arbeiten von HÜLSE, HABIGHORST u. BUCHWALD (1970), sowie JOHNE u. SÖRENSEN (1972) angeführt, die bei ihren vergleichenden Gegenüberstellungen angiographischer und thermographischer Befunde zu folgenden Übereinstimmungsquoten kamen:

	HÜLSE u. Mit.	JOHNE u. SÖRENSEN
sichere Übereinstimmung	58,3 %	61,5 %
fragliche Übereinstimmung	22,2 %	20,5 %
keine Übereinstimmung	19,4 %	17,5 %

Obwohl der Aussagewert des klinischen Untersuchungsbefundes den des exakten Arteriographieergebnisses nicht erreichen kann, zeigten sich in Bezug auf die entsprechenden Thermographiebefunde vergleichbare Werte.

8.2.2. Vergleich Ausgangsthermogramm (Th I) - Verlaufsthermogramme (Th II, Th III) in Relation zu den Gehstreckenveränderungen

Nach unabhängig voneinander durchgeführter Auswertung wurden die Thermogramme in ihrem Verlauf beurteilt:

a. Eine Temperaturänderung werteten wir als "sicher", wenn sie

- mindestens 2° C betrug, im Verlauf von Th I nach Th II auftrat und sich von Th II nach Th III konstant hielt
- lediglich bei Th III auftrat und mehr als 2° C betrug.

Im Fußsohlenbereich mußte sie an mindestens 3 der 5 Vergleichsabschnitte sichtbar sein, an den Beinen in 2 Abschnitten, sowohl im ventralen als auch im dorsalen Bild.

- b. Als "fraglich" galten Temperaturänderungen von weniger als 2° C im Verlauf von Th I nach Th III, insbesondere bei einmaligem, nicht konstantem Auftreten in Th II.

Für den Fußsohlenbereich war hierbei die Änderung in weniger als 3, für die Beine in nur einem Abschnitt, ventral oder dorsal, maßgebend.

- c. Alle übrigen, den Punkten a. und b. nicht zuzuordnenden Befunde wurden als "nicht verändert" eingestuft.

Die Auswertung erfolgte nach Einordnung des Temperaturverhaltens innerhalb der Bereiche Fußsohle und Bein in die 5 Rubriken A - E:

- A - sichere Temperaturerhöhung in zwei Bereichen
- B - sichere Temperaturerhöhung in einem Bereich bei fraglich erhöhtem oder unverändertem zweiten Bereich
- C - unverändertes Temperaturbild in zwei Bereichen
- D - unverändertes Temperaturbild bzw. fragliche Temperaturerhöhung in einem, bei sicherer oder fraglicher Temperaturabnahme im zweiten Bereich
- E - sichere Temperaturabnahme in zwei Bereichen

Für die einzelnen Patientenkollektive, getrennt nach Lokalisation des Belastungsschmerzes, ergab dies folgende Übereinstimmungsquoten zwischen Gehstreckenzuwachsraten und Temperaturänderungen (Tab. 5 - 9):

	Zuwachsrate > 25%	Zuwachsrate 0 - 25%	Abnahme
A	4 $\hat{=}$ 57,1%	2 $\hat{=}$ 28,6%	1 $\hat{=}$ 100,0%
B	1 $\hat{=}$ 14,3%	3 $\hat{=}$ 42,9%	-
C	1 $\hat{=}$ 14,3%	-	-
D	1 $\hat{=}$ 14,3%	1 $\hat{=}$ 14,3%	-
E	-	1 $\hat{=}$ 14,3%	-

Tab. 5 Belastungsschmerz: einseitig rechts

	Zuwachsrate > 25%	Zuwachsrate 0 - 25%	Abnahme
A	2 $\hat{=}$ 22,2%	-	-
B	2 $\hat{=}$ 22,2%	2 $\hat{=}$ 66,7%	-
C	2 $\hat{=}$ 22,2%	1 $\hat{=}$ 33,3%	-
D	2 $\hat{=}$ 22,2%	-	-
E	1 $\hat{=}$ 11,1%	-	-

Tab. 6 Belastungsschmerz: einseitig links

	> 25 %	0 - 25 %	> 25 %	0 - 25 %	Abnahme	
	rechts		links		rechts	links
A	3 $\hat{=}$ 33,3%	-	1 $\hat{=}$ 11,1%	-	-	1 $\hat{=}$ 50,0%
B	1 $\hat{=}$ 11,1%	-	3 $\hat{=}$ 33,3%	1 $\hat{=}$ 20,0%	-	-
C	4 $\hat{=}$ 44,4%	2 $\hat{=}$ 40,0%	1 $\hat{=}$ 11,1%	2 $\hat{=}$ 40,0%	-	-
D	1 $\hat{=}$ 11,1%	2 $\hat{=}$ 40,0%	3 $\hat{=}$ 33,3%	-	1 $\hat{=}$ 50,0%	1 $\hat{=}$ 50,0%
E	-	1 $\hat{=}$ 20,0%	1 $\hat{=}$ 11,1%	2 $\hat{=}$ 40,0%	1 $\hat{=}$ 50,0%	-

Tab. 7 Belastungsschmerz: beidseits re > li

	> 25 %	0 - 25 %	> 25 %	0 - 25 %	Abnahme	
	links		rechts		links	rechts
A	2 $\hat{=}$ 28,6%	2 $\hat{=}$ 50,0%	-	1 $\hat{=}$ 25,0%	-	-
B	3 $\hat{=}$ 42,8%	1 $\hat{=}$ 25,0%	5 $\hat{=}$ 71,4%	1 $\hat{=}$ 25,0%	-	-
C	2 $\hat{=}$ 28,6%	-	2 $\hat{=}$ 28,6%	2 $\hat{=}$ 50,0%	2 $\hat{=}$ 100,0%	2 $\hat{=}$ 100,0%
D	-	1 $\hat{=}$ 25,0%	-	-	-	-
E	-	-	-	-	-	-

Tab. 8 Belastungsschmerz: beidseits li > re

	> 25 %	0 - 25 %	> 25 %	0 - 25 %	Abnahme	
	rechts		links		rechts	links
A	2 $\hat{=}$ 33,3%	1 $\hat{=}$ 100,0%	2 $\hat{=}$ 33,3%	1 $\hat{=}$ 100,0%	-	-
B	-	-	-	-	-	-
C	1 $\hat{=}$ 16,7%	-	1 $\hat{=}$ 16,7%	-	-	-
D	3 $\hat{=}$ 50,0%	-	3 $\hat{=}$ 50,0%	-	-	-
E	-	-	-	-	-	-

Tab. 9 Belastungsschmerz: beidseits re = li

Für das 63 Patienten enthaltende Gesamtkollektiv ließen sich somit folgende durchschnittliche Korrelationsquoten zwischen Gehstreckenänderungen und Temperaturverhalten im Verlaufe der aktiven Übungsbehandlung ermitteln (Tab. 10):

	Zunahme > 25 %	Zunahme 0 - 25 %	Abnahme
	38 Pat.	20 Pat.	5 Pat.
sichere Temperaturzunahme in beiden Bereichen	13 (34,21%)	5 (25,0%)	1 (20,0%)
sichere Temperaturzunahme in einem Bereich bei fraglich erhöhtem oder unverändertem zweiten Bereich	7 (18,42%)	6 (30,0%)	0,0%
unverändertes Temperaturbild in beiden Bereichen	10 (26,31%)	3 (15,0%)	2 (40,0%)
unverändertes Temperaturbild bzw. fragliche Temperaturerhöhung in einem, bei sicherer oder fraglicher Temperaturabnahme im zweiten Bereich	7 (18,42%)	4 (20,0%)	1 (20,0%)
sichere Temperaturabnahme in beiden Bereichen	1 (2,63%)	2 (10,0%)	1 (20,0%)

. 10 Vergleich: Gehstreckenzuwachs - Thermographieverlauf (Th I - Th III)

Zu einer zusammenfassenden Auswertung der sich aus Tab. 10 ergebenden Befundkorrelationen wurden

- die Kollektive A und B im Sinne einer thermographischen Befundbesserung
- die Kollektive C und D im Sinne eines weitgehend unveränderten Befundes
- das Kollektiv E im Sinne einer Befundverschlechterung

interpretiert und den anhand der Gehstreckenzuwachsraten als

- Gehstreckenzunahme (über 25 %)
- unveränderte Gehstrecke (0 - 25 %)
- Gehstreckenabnahme

gewerteten Gruppen zugeordnet.

	Gehstrecken- zunahme n=38	unveränderte Gehstrecke n=20	Gehstrecken- abnahme n=5
Befund- besserung n=32	20 $\hat{=}$ 52,0 %	11 $\hat{=}$ 55,0 %	1 $\hat{=}$ 20,0 %
unveränd. Befund n=27	17 $\hat{=}$ 44,0 %	7 $\hat{=}$ 35,0 %	3 $\hat{=}$ 60,0 %
Befundver- schlecht. n=4	1 $\hat{=}$ 2,8 %	2 $\hat{=}$ 10,0 %	1 $\hat{=}$ 20,0 %

Tab. 10 a

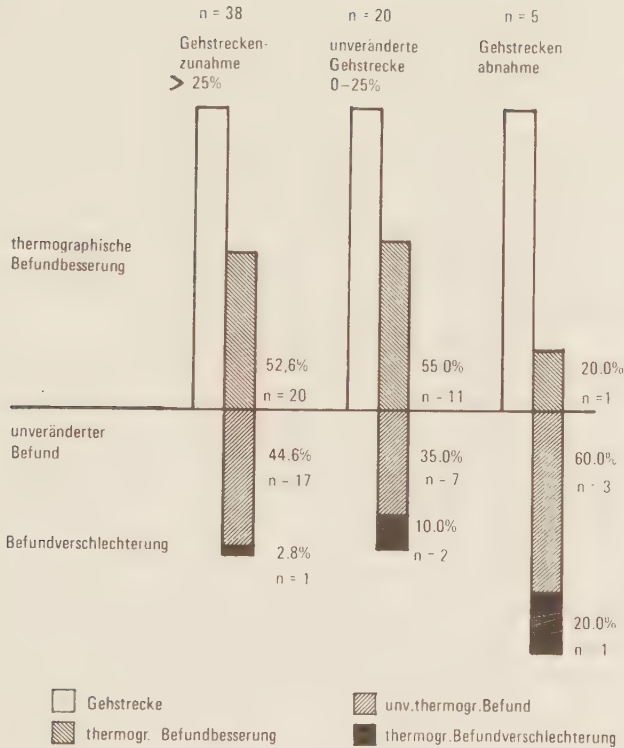


Abb. 7 Korrelation Gehstreckenänderung - thermographisches Befundbild

Aus Tab. 10 a und der entsprechenden graphischen Darstellung in Abb. 7 ist somit folgendes Verteilungsverhältnis zu erkennen:

1. In der Gruppe, die als erfolgreich therapiert abschloß, entsprach bei 52,6 % der Patienten ein Gehstreckenzuwachs von über 25 % einer thermographischen

Befundbesserung. Diesem Anteil standen eine vergleichbar große Gruppe mit unverändertem Thermographiebefund von 44,6 %, sowie 2,8 % der Patienten mit eindeutiger Befundverschlechterung gegenüber.

2. In der Gruppe der von uns mit einer Gehstreckenzunahme von 0 - 25 % als unverändert, bzw. ohne Therapieerfolg angesehen Patienten zeigten 55 % eine thermographische Befundbesserung, bei 35 % war der Thermographiebefund unverändert, in 10 % ergab sich eine thermographische Befundverschlechterung.
3. In der Gruppe der Patienten mit eindeutiger Gehstreckenabnahme war bei 60 % keine thermographische Befundänderung zu beobachten und es stand einer Quote von 20 % mit eindeutiger thermographischer Befundverschlechterung eine ebenso große mit thermographischer Befundbesserung entgegen.

Für diese Befundkorrelationen konnte mit Hilfe des Zeichentestes eine statistische Signifikanz in keinem Falle gesichert werden.

Die Zuordnung der thermographischen Ergebnisse zu den zusätzlich gebildeten, aus Tab. 3 ersichtlichen Vergleichsgruppen ergab folgendes Verteilungsverhältnis: (Tab. 11

Steigerungsrate	Pat.
150%	6 ± 9,52%
100 - 150%	7 ± 11,11%
50 - 100%	12 ± 19,05%
25 - 50%	13 ± 20,63%
0 - 25%	20 ± 31,75%
Abnahme	5 ± 7,94%

thermographisches Verlaufsbild					
A	B	C	D	E	
-	1 ± 16,67%	3 ± 50,0%	2 ± 33,33%	-	
4 ± 57,14%	1 ± 14,28%	2 ± 28,57%	-	-	
5 ± 41,67%	-	4 ± 33,33%	3 ± 25,0%	-	
4 ± 30,77%	5 ± 38,46%	1 ± 7,69%	2 ± 15,38%	1 ± 7,69%	
5 ± 25,0%	6 ± 30,0%	3 ± 15,0%	4 ± 20,0%	2 ± 10,0%	
1 ± 20,0%	-	2 ± 40,0%	1 ± 20,0%	1 ± 20,0%	

Tab. 11 Temperaturverhalten in den einzelnen Vergleichsgruppen

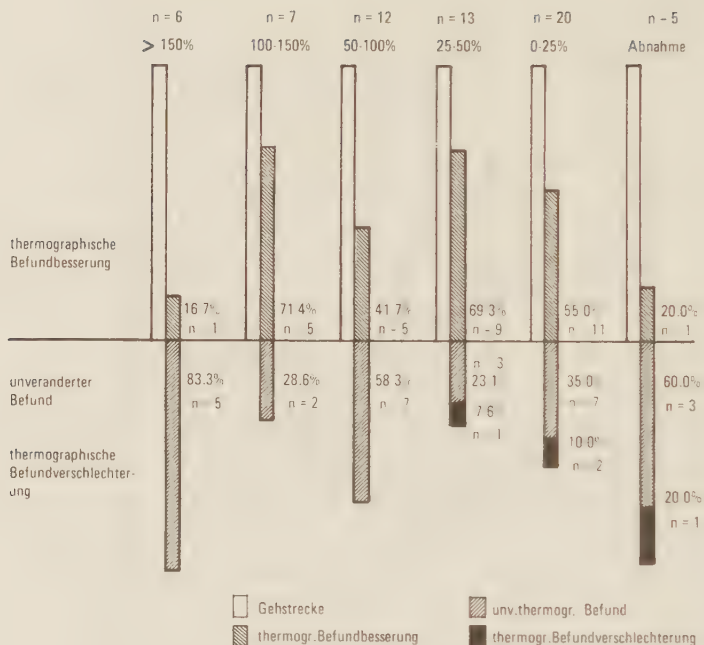


Abb. 8 Korrelation Gehstrecke - thermographisches Befundbild innerhalb der verschiedenen Zuwachsbereiche

Aus Tab. 11 und der entsprechenden graphischen Darstellung der Abb. 8 ergaben sich im einzelnen folgende Befunde:

Während in den Bereich der geringsten Gehstreckenzuwachsraten (0 - 50 %) eine entsprechende korrelative Staffelung von Gehstrecke und Temperaturverhalten zu beobachten war, zeigte sich für den Bereich der eindeutigen Gehstrecke-

kenzunahmen von über 50 % ein uneinheitliches Bild:

1. So ergab sich in der Gruppe der höchsten Streckenzunachsrare (> 150 %) bei weitgehend unverändertem thermographischen Verlaufsbild (83,3 %) eine Befundbesse-
rung im Thermogramm nur in 16,7 % der Fälle.
2. In der Gruppe der Gehstreckenzunahmen von 100 - 150 %
war eine dazu fast gegensätzliche Konstellation mit
sich in der Mehrheit der Fälle (71,4 %) entsprechenden
Gehstrecken- und Thermographiebefunden zu sehen.
3. Die Gruppe der Zuwachsraten zwischen 50 - 100 % zeigte
ein leichtes Überwiegen der nicht übereinstimmenden
Befunde, während
4. im Bereich der geringsten als Erfolg gewerteten Geh-
streckenzunahmen (25 - 50 %) einem relativ hohen Anteil
von 69,3 % Übereinstimmung 23,1 % mit unverändertem und
7,6 % mit "paradoxem" thermographischen Befund gegen-
überstanden.

Auch innerhalb der einzelnen Leistungsgruppen ließ
sich mit Hilfe des Zeichentestes in keinem Falle eine
statistische Signifikanz nachweisen.

9. Schlußfolgerungen

Unter Zugrundelegung der von verschiedenen Autoren beschriebenen, für die Anwendbarkeit und Beurteilung der Thermographie bei peripheren Durchblutungsstörungen geltenden Kriterien führte die vorliegende vergleichende Gegenüberstellung von Gehstreckenveränderungen und Thermographiebefunden zu folgenden Ergebnissen:

1. Eine brauchbare, statistisch jedoch nicht zu sichernde Übereinstimmungsquote zeigte sich in erster Linie beim Vergleich der klinischen Ausgangsbefunde mit den vor Therapiebeginn angefertigten Thermogrammen.

Bei Anlegung eines strengen Beurteilungsmaßstabes mit Trennung der "sicheren" und "fraglich sicheren" Befunde ergab sich für den Bereich der Fußsohlen in der Hälfte aller untersuchten Fälle ein übereinstimmendes Bild. Im Bereich der Beine lag der Prozentsatz der Übereinstimmung, wohl bedingt durch die Erfassung einer großflächigeren und damit weniger gut differenzierbaren Temperaturabbildung mit 59,4 % noch um ca. 10 % höher.

Für die aus Fußsohle und Bein gebildete "Gesamt-extremität" resultierte somit ein übereinstimmender Befund in 54,6 % bei in 17,4 % "fraglicher" und in 28,0 % "fehlender" Korrelation.

Vergleicht man das vorliegende Ergebnis mit den in ähnlichen Bereichen liegenden Korrelationsquoten von Arterio- und Thermographiebefunden anderer Autoren, erscheinen Anwendbarkeit und Aussagekraft der Thermographiemethode in diesem Punkte durch

unsere Untersuchung bestätigt.

Obwohl die klinische Befunderhebung den Sicherheitsgrad der exakten Arteriographieaussage nicht erreichen kann, konnten den Prüfparametern analoge Ausfallerscheinungen im Temperaturbild nachgewiesen werden.

2. Weitaus schwieriger gestaltete sich wegen der Uneinheitlichkeit der vorliegenden Ergebnisse die vergleichende Beurteilung von Gehstreckenänderungen und Verlaufsthermogrammen während Therapieanwendung.

Unter Zugrundelegung des von uns angewandten Bewertungssystems (s. Tab. 10) war eine Befundkorrelation zwar in 52,6 % der als "erfolgreich" therapierten Gruppe zu beobachten, in der Gruppe der Patienten mit unveränderter Gehstrecke zeigten jedoch lediglich 35,0 % auch ein entsprechend unverändertes Thermogramm und bei den insgesamt 5 Patienten mit eindeutiger Gehleistungsverschlechterung war nur in einem einzigen Fall die erwartete thermographische Befundverschlechterung zu sehen.

Dem standen überraschend in der Gruppe mit unveränderter Gehleistung 55,0 % der Patienten mit thermographischer Befundbesserung entgegen, 3 der in der Gehleistung klar verschlechterten Patienten zeigten keine Änderung im Thermogramm, 1 Patient sogar eindeutige Befundbesserung.

Eine Erklärung für diesen "paradoxen" Befund gaben JOHNE u. SÖRENSEN, die dieses Verhalten im Sinne eines "Umgehungskreislaufes" über die Haut bei eingeschränkter Durchblutung der tiefen Gewebsschichten interpretierten, wenn inkomplette Verschlüsse, Kollateralisation und partielle Rekanalisation vorlagen.

Vollends uneinheitlich und damit nicht zuordenbar erschienen die Befunde bei weiterer Aufgliederung in die einzelnen Gehstreckenzuwachsraten.

Bei vergleichbaren Kollektivzahlen ergab sich in den Bereichen der höchsten Gehstreckenzunahmen ein nahezu gegensätzlicher Befund, während in der Gruppe mit der geringsten als "erfolgreich" gewerteten Leistungszunahme die Zahl der Patienten mit thermographischer Befundbesserung erheblich höher lag als beispielsweise in der Gruppe mit doppelt so großer Leistungssteigerung (s. Abb. 8). Eine Erklärung für dieses Verhalten konnte nicht gefunden werden.

Ebenfalls nicht einzuordnen waren bei gleicher Kollektivzahl die Korrelationsquoten innerhalb der beiden Extremgruppen "maximale Gehstreckenzunahme" und "eindeutige Gehstreckenabnahme", in denen trotz gegenteiligen Gehstreckenverhaltens eine prozentual vergleichbare thermographische Befundbesserung zu beobachten war.

Lediglich im Bereich der beiden geringsten Zuwachsraten zeigten sich anteilig gestaffelte Befundkorrelationen, allerdings waren auch hier größere Übereinstimmungsquoten in der Gruppe mit "fraglicher Temperaturerhöhung" und nicht, wie erwartet, in der Gruppe mit "sicherer Temperaturerhöhung" zu finden (s. Tab. 11).

In keinem Falle konnten auch innerhalb der einzelnen Leistungsgruppen statistisch signifikante Übereinstimmungswerte gesichert werden.

Bei der zusätzlich vorgenommenen Prüfung des Temperaturverhaltens im vergleichsweise "gesünderen" Bein bei doppelseitig unterschiedlich stark ausgeprägter Claudicatio-Symptomatik waren darüber hinaus kaum voneinander abweichende Verläufe im Seitenvergleich zu beobachten. In einigen Fällen ergaben sich hier sogar noch größere, nicht zu erklärende Diskrepanzen zwischen Gehstreckenverhalten und Thermographiebefunden als auf der "Beschwerdeseite".

Zusammenfassend ist festzustellen:

Die vorliegenden Ergebnisse lassen eine verwertbare Übereinstimmung und Zuordnungsmöglichkeit von im Verlaufe krankengymnastischer Übungsbehandlung erzielten Gehstreckenänderungen und Thermographiebefunden nicht erkennen.

Eine abschließende Beurteilung erscheint daher nur in Anlehnung an die von BUCHWALSKY u. Mit. (1974) berichteten Untersuchungsergebnisse möglich, die zeigten, daß auch bei den während mehrjähriger Übungsbehandlung erzielten Gehstreckenverbesserungen die Zunahme der Durchblutung nicht im Vordergrund stand.

Die Autoren stellten mit Hilfe von Oszillographie, Venenverschlußplethysmographie und Xenon-133-Muskelclearance fest, daß dem während Langzeittrainings bei 60 Patienten erzielten Gehstreckenzuwachs von durchschnittlich 50 % eine wesentliche Änderung der peripheren Durchblutungsverhältnisse weder in qualitativer noch quantitativer Hinsicht zugrunde lag. Vielmehr ließen sich bei über 90 % der Probanden arteriographisch morphologische Veränderungen nachweisen, die für eine Progredienz der Erkrankung sprachen; entscheidende Einflüsse des Trainings auf bessere Ausbildung oder Entwicklung von Kollateralkreisläufen waren nicht zu beobachten.

Da zwei sehr unterschiedliche Trainingsarten mit inten-

sivem Intervalltraining auf der einen und nur "unterschwellig" ausgeführten gymnastischen Übungen auf der anderen Seite zum gleichen subjektiven Ergebnis führten, machten sie, wie vorher u. a. KAPPERT, RAU, SCHOOP, LARSEN u. LASSEN vor allem psychologische Faktoren wie veränderte Einstellung zur Krankheit durch Gruppenerlebnis sowie Steigerung des Leistungs- und Selbstbewußtseins für den Trainingserfolg verantwortlich.

SCHOOP wies darüber hinaus auf die Bedeutung der Gangökonomisierung durch verbessertes Zusammenspiel synergistischer und antagonistischer Muskelgruppen hin.

Diese Annahmen scheinen durch die Tatsache, daß es auch mit Hilfe der Thermographie nicht möglich war, signifikante Durchblutungsänderungen als Grundlage einer verbesserten Gehleistung zu erkennen, ihre Unterstützung zu finden.

Die unserer Untersuchung vorangestellte Frage nach Einsatzmöglichkeit der neuen apparativen Methode muß somit folgendermaßen beantwortet werden:

Mit der Thermographie steht in der Diagnostik peripherer arterieller Durchblutungsstörungen ein den Patienten in keiner Weise belastendes Hilfsmittel zur Verfügung, das insbesondere dann seine Anwendung finden sollte, wenn operative Maßnahmen, die eine exakte Verschlußlokalisierung mittels Arteriographie erfordern, nicht geplant sind.

10. Zusammenfassung

Es wurde versucht zu klären, ob und inwieweit sich unter regelmäßig durchgeführtem physikalisch-therapeutischen Gehtraining bei Claudicatio-Patienten zwischen Gehstreckenänderungen und thermographischen Befunden Übereinstimmungen nachweisen lassen.

Hierzu wurden bei einem 63 Patienten umfassenden Kollektiv mit dem Krankheitsbild der Claudicatio intermittens (periphere arterielle Durchblutungsstörungen der unteren Gliedmaßen im Stadium II nach FONTAINE) die Gehstrecken bestimmt, die im Verlaufe eines 3 x wöchentlich, insgesamt über 10 - 12 Wochen erfolgten Trainings erzielt wurden.

Der Ergebnisbeurteilung diente die nach einer standardisierten Testung durch die beschwerdefreie Gehstrecke ermittelte Meßzahl, die eine relativ objektive Bewertung der Therapieergebnisse bei unterschiedlicher Ausgangslage ermöglichte.

Dem klinischen Ausgangsbefund sowie den resultierenden Gehstreckenzuwachsraten wurden die vor, während und nach Übungsbehandlung jeweils angefertigten und nach einem bestimmten Beurteilungsmodus ausgewerteten Thermogramme gegenübergestellt.

Es zeigten sich beim Vergleich der klinischen Ausgangsbefunde mit den vor Behandlungsbeginn angefertigten Thermogrammen Korrelationswerte, die in ähnlichen Bereichen lagen wie die aus der Gegenüberstellung von Angio- und Thermographiebefunden resultierenden Übereinstimmungsquoten anderer Autoren.

Dagegen war bei den im Verlaufe und nach Abschluß der Übungsbehandlung ermittelten Thermographiebefunden ein gegenüber den Gehstreckenveränderungen zu uneinheitliches Verhalten zu beobachten. Für die generelle Anwendbarkeit der Methode geforderte, überzeugende Korrelationsquoten konnten nicht gefunden werden.

Der Einsatz der Thermographie zur Verlaufskontrolle erscheint daher auch unter Berücksichtigung des erheblichen Kosten- und Zeitaufwandes wenig erfolgversprechend. Dem einfacher durchzuführenden Gehstreckentest für Kontrolle und Verlaufsbeurteilung der Behandlung peripherer arterieller Durchblutungsstörungen dürfte somit weiterhin der Vorzug zu geben sein.

LITERATURVERZEICHNIS

1. AARTS, N.J.M. Medizinische Thermographie
Verlag H. Bergmans, Tilburg (1969)
2. AARTS, N.J.M. Thermography in the diagnosis of
TIETZE's disease
Bibl. Radiol. 5, 206 (1969)
3. AARTS, N.J.M. Facial Thermography
Acta Radiol. 9, 650 (1969)
4. AGA THERMOVISION Operating Manual 680 Medical
AGA Infrared Systems AB,
Lidingö, Schweden
5. ALEXANDER, K. Über eine konservative Therapie ar-
terieller Verschußkrankheiten auf
rationeller Basis
Dtsch. med. Journal 23, 5. 343 (1972)
6. ALEXANDER, K.,
V. BUHL,
D. HOLSTEN,
H. POLIWODA u.
H.H. WAGNER Fibrinolytische Therapie des chro-
nischen Arterienverschlusses
Med. Klin. 63, 2067 (1968)
7. BACKLUND, E.O. Thermography in intracranial
lesions
Journ. de Radiologie 48, 39 (1967)
8. BACROFT, H. The physiology of blood in
the limbs
in: Peripheral vascular disorders
Hrsgb: MARTIN, P. et al.
Livingston, Edinburgh (1956)
9. BARBEY, K.,
P. BRECHT Plethysmographische Diagnostik und
Therapieüberwachung arterieller
Verschußkrankheiten
Med. Welt 727 (1965)

10. BARNES, B. Thermography of the human body
Science 140, 870 (1963)

11. BARNES, B. Diagnostic thermography
Appl. opt. 7, 9 1673 (1968)

12. BARNES, B., Clinical thermography
J. GERSHON-COHEN J.A.M.A. 185, 949 (1963)

13. BLOOMENSTEIN, R.B. Viability prediction in pedicle
flaps by infrared thermometry
Plast. and Reconstr. Surgery 42,
252 (1968)

14. BOLLINGER, A. Durchblutungsmessungen in der
klinischen Angiologie
Akt. Probl. Angiologie 4
Verlag H. Huber, Bern und
Stuttgart (1969)

15. BOLLINGER, A. Internistische Behandlung periphe-
rer arterieller Durchblutungs-
störungen
Schweiz. med. Wschr. 100, 774 (1970)

16. BOLLINGER, A. Bedeutung der Venenverschluß-
plethysmographie in der angiolo-
gischen Diagnostik
Schweiz. med. Wschr. 95, 1357 (1965)

17. BRANEMARK, P.I., Thermographic and microvascular
K. NILSSON studies of the peripheral circulation
Bibl. radiol. (Basel) 5, 130 (1969)

18. BUCHWALD, W., Erfahrungen mit einem modernen
R. HÜLSE Thermographiegerät in der medizi-
nischen Diagnostik
Electro medica 4 (1969)

19. BUCHWALSKY, R., Psychosomatische Aspekte eines Lang-
G. BLÜMCHEN, zeittrainings bei peripherer
K. BATCKE, arterieller Verschlusskrankheit
J. BARMAYER u. Rehabilitation 13, 144 (1974)
H. REINDELL

20. BUCHWALSKY, R.,
K. SCHNELLBACHER,
H. ROSKAMM u.
J. BARMEYER
Langzeittrainingseffekte bei
chronischer Ischämie
Med. Welt 25, 83 (1974)
21. BÜHLER, R.,
A. DA SILVA,
L.K. WIDMER
Die Arterienauskultation zur
Früherfassung der Atherosklerose
Schweiz. med. Wschr. 98, 1932 (1968)
22. BURGER, L.,
F. GALL, E. MÜHE
Indikation und Ergebnisse der chi-
rurgischen Behandlung arterieller
Durchblutungsstörungen der Beine
Therapiewoche 38, 2194 (1970)
23. BUWALDA, G.
Vascular disorders in leg arteries
approached by means of thermography
Bibl. radiol. (Basel) 5, 121 (1969)
24. BUWALDA, G.
Medical thermography
Proc. Boerhave Course, Leyden 178
(1968)
25. CHUDACEK, Z.
Thermographie bei Venenerkrankungen
Electro medica 1, 13 (1974)
26. CONNELL, J.F.,
E. MORGAN,
L.M. ROUSSELOT
Thermography in trauma
Ann. N.Y. Acad. Sci. 121, 171 (1964)
27. DIAMANTOPOULOS, E.J.,
R. HILD
Über die Treffsicherheit der Oszillo-
graphie und der Pulspalpation auf-
grund angiographischer Befunde bei
arterieller Verschlußkrankheit
Dtsch. Med. Journal 23, 5 368 (1972)
28. DITTMAR, K.
Vergleichende Untersuchung über den
physikalisch-therapeutischen Effekt
der aktiven Übungsbehandlung und
der synkardialen Massage bei peri-
pheren arteriellen Durchblutungsstö-
rungen der unteren Extremitäten
Med. Diss., FU Berlin (1974)

29. DITTMAR, K. Ergebnisse bei der physikalischen Therapie peripherer arterieller Durchblutungsstörungen (V)
Münch. med. Wschr. 117, 449 (1975)
30. DOCUMENTA GEIGY Wissenschaftliche Tabellen
7. Auflage, 105 (1968)
31. ERICSSON, B., Effect of physical training on
K. HAEGER, E. LINDE Intermittent Clauication
Angiology 21, 188 (1970)
32. GANSSEN, A. Medizinische Thermographie
Röntg. prax. 24, 97 (1971)
33. GERSHON-COHEN, J., Thermography
J.D. HABERMAN Radiology 82, 280 (1964)
34. GESENIUS, H. Oszillographie und Arteriographie
Dtsch. med. Wschr. 1 (1949)
35. GILLESPIE, J.A. An evaluation of vasodilator drugs
by measurement
Angiology 17, 280 (1966)
36. GOLLNICK, P.O., Effect of exercise and training
D.W. KING on mitochondria of rat skelet muscle
Americ. J. Phys. 216, 1502 (1969)
37. GOOSSENS, N. Langzeitbehandlung mit Antikoagu-
lantien
in: ZUKSCHWERDT, L. u. H.A. THIES
Schattauer-Verlag Stgt. u. N.Y. (1964)
38. GROS, C., Technical and clinical advances in
M. GAUTHERIE, the field of infrared thermography
P. BOURJAT Röntgenpraxis 24, 86 (1971)
39. GROS, C., Anwendungsmöglichkeiten der
P. BOURJAT Thermographie
Fortschr. a. d. Geb. d. Röstr. 106,
4 561 (1967)

40. GROS, C.,
G. LEMARDUZZI,
N.J.M. AARTS,
V. SPAMPINATO
Die Thermographie
Refero med. 22, 4 (1970)
41. GROS, C.,
J. WEILL,
C. VROUSUS,
A. TURPEL
Possibilités d'un contrôle d'action
médicamenteuse circulatoire
Journ. de Radiologie 48, 97 (1967)
42. HABERMAN, J.D.
The present status of mammary
thermography
Cancer Journal f. Clinicians 18,
314 (1968)
43. HABERMAN, J.D.,
E. EHRLICH,
C. LEVENSON
Thermography in rheumatic diseases
Arch. of Phys. Med. and Reh. 49,
187 (1968)
44. HARDERS, H.,
V. TILSNER,
N. HEISIG, D. HAAN
Wirkungsnachweis vasoaktiver Sub-
stanzen durch Infrarotthermo-
graphie
Med. Klin. 62, 566 (1967)
45. HASSE, H.M.
Statistische Daten zur Prognose der
arteriellen Verschlusskrankheiten
in: Angiologie, Hrsgb. M. RATSCHOW
Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1969)
46. HAUSS, W.H.
Über Entstehung und Verhütung der
Arteriosklerose
Arbeitsgemeinschaft Forsch. Nord-
rhein-Westfalen 197
Westdtsch. Verlag Köln (1970)
47. HEBERER, G.,
G. RAU, W. SCHOOP
Angiologie
Georg Thieme Verlag Stuttgart (1974)
48. HEERMA VAN VOSS,
S.F.C.
Medical thermography
Proc. Boerhave Course, Leyden 213
(1968)

49. HEIDRICH, H. Grundlagen und Prinzipien der konservativen Therapie chronisch arterieller Durchblutungsstörungen Internist 9, 377 (1971)
50. HEIDRICH, H. Praxis der Behandlung peripher-arterieller Durchblutungsstörungen aus internistischer Sicht Zschr. f. ärztl. Fortb. 61, 9/10 (1972)
51. HEINRICH, F., R. SCHMUTZLER Ergebnisse der Thrombolysebehandlung chronischer Gliedmaßenarterienverschlüsse Dtsch. med. Journal 23, 5 351 (1972)
52. HEISIG, N., K.W. WESTERMANN, C.A. STOLTERFOHT, J. ZANKI Die Wirkung von Pyridonolcarbamat (Anginin^R) bei peripheren arteriellen Durchblutungsstörungen Med. Klinik 65, 2289 (1970)
53. HENKE, G. Diagnostik peripherer Durchblutungsstörungen mit dem Ultraschall-Doppler-Gefäßindikator Electromedica 2/74 Siemens
54. HENSEL, H. Physiologie der Thermorezeption Erg. Physiol. 47, 166 (1952)
55. HESS, H. Zur Pathogenese der arteriellen Durchblutungsstörungen Dtsch. med. Journal 23, 5 340 (1972)
56. HESS, H. Langzeitantikoagulantien zur Prophylaxe von Verschlusskrankheiten in: Arterielle Durchblutungsstörungen in der Praxis Hrsgb: WIDMER, L.K. u. P. WAIBEL Verlag H. Huber, Bern und Stuttgart 82 (1965)
57. HESS, H. Behandlung der chronischen Extremitätenverschlüsse Dtsch. med. Wschr. 94, 1295 (1969)

58. HEYMAN, A. Diagnostic value of thermography in extracranial carotic occlusive disease
in: Cerebral vascular disease
5th Conference
Grume and Stratton, N.Y. and Cond.
(1966)
59. HILDEBRANDT, G. Physiologische Grundlagen der krankengymnastischen Übungsbe-
handlung
Krankengymnastik 22, 201 (1970)
60. HOLLOSZY, J.O. Biochemical adaptions in muscle.
Effects of exercise on mitochondrial
oxygen uptake and respiratory enzyme
activity in skeletal muscle
J. biol. Chem. 242, 2278 (1967)
61. HONMA, K.,
K. SEKINE,
E. HARADA,
K. KIMURA The diurnal patterns of the temperature
in human toes, fingers and ears
Biology 115, 229 (1966)
62. HÜLSE, R.,
L.V. HABIGHORST,
W. BUCHWALD Thermographie und Angiographie bei
arteriellen und venösen Verschluß-
krankheiten
Fortschr. a. d. Geb. d. Röstr. 115,
2 147 (1970)
63. HÜLSE, R.,
H.H. STELZIG,
W. BUCHWALD Ergebnisse thermographischer Schild-
drüsenuntersuchungen im Vergleich
mit der nuklearmedizinischen Loka-
lisationsdiagnostik
Radiologe 10, 222 (1970)
64. JOHNE, M.
R. SÖRENSEN Erfassung dynamischer Vorgänge kom-
binierter thermographischer und
angiographischer Untersuchungen der
unteren Extremität
Angiologiekongreß Salzburg (1972)
Sonderband, De Gruyter Verlag

65. JOHNE, M.,
K.W. WENZEL,
K. KOPPENHAGEN
Die Thermographie der Schilddrüse:
Ein Vergleich von Thermographie,
Szintigraphie und Cytologie
11. Internat. Jahrestagung der
Ges. f. Nuklearmedizin Athen (1973)
Sonderband XXIV
66. JOHNE, M.,
R. SÖRENSEN
Die Thermographie der unteren
Extremität.
Ein Vergleich von Thermographie,
Arteriographie, Venographie und
Lymphographie
Deutsch-österreich. Röntgenkongreß,
Wien (1973)
67. JOHNE, M.,
V. TAENZER
Die Thermographie der unteren Extre-
mität zum Nachweis einer retro-
peritonealen Lymphknotenmetasta-
sierung
Dtsch. Röntgenkongreß Stuttgart
104 (1972)
68. JOHNE, M.
mdl. Mitteilung
69. KAINDL, F.
Rheographie peripherer Arterien
Arch. Kreislaufforschung 20, 247
(1953)
70. KAINDL, F.,
K. POLZER,
F. SCHUHFRIED
Venenverschlußrheographie
Wien. klin. Wschr. 76, 134 (1964)
71. KAPPERT, A.
Die modernen Meßmethoden der
arteriellen und venösen Extre-
mitätendurchblutung
Praxis 55, 806 (1966)
72. KAPPERT, A.
Lehrbuch und Atlas der Angiologie
Verlag H. Huber, Bern (1972)
73. KEINER, W.
Modellexperimente zur Weichteil-
Thermographie
Inaug. Diss., Gießen (1973)

74. KÖHLER, M. Lactat- und Pyruvatverhalten im femoral-venösen Blut vor und nach gezieltem Training bei Okklusion der Arteria femoralis
Klin. Wschr. 49, 1210 (1971)
75. KÖHLER, M. Zur konservativen Behandlung peripherer arterieller Durchblutungsstörungen
Med. Klin. 64, 1536 (1969)
76. KOHL, H. Vergleichende Untersuchung über den physikalisch-therapeutischen Effekt von aktiver Übungsbehandlung, Bindegewebsmassage und diadynamischen Strömen auf periphere arterielle Durchblutungsstörungen der unteren Extremität
Inaug. Diss., FU Berlin (1976)
77. KOOB, E. Infrarot-Fernsehsystem macht Hauttemperatur ohne Berührung sichtbar
Med. Trib. 47 a, 29 (1970)
78. KRAUSE, D.,
 K. DITTMAR Ergebnisse bei der physikalischen Therapie peripherer arterieller Durchblutungsstörungen (I)
Münch. med. Wschr. 115, 438 (1973)
79. KRAUSE, D.,
 K. DITTMAR Ergebnisse bei der physikalischen Therapie peripherer arterieller Durchblutungsstörungen (II)
Münch. med. Wschr. 115, 1742 (1973)
80. KRAUSE, D.,
 K. DITTMAR Ergebnisse bei der physikalischen Therapie peripherer arterieller Durchblutungsstörungen (III)
Münch. med. Wschr. 116, 386 (1974)
81. KRAUSE, D.,
 K. DITTMAR Ergebnisse bei der physikalischen Therapie peripherer arterieller Durchblutungsstörungen (IV)
Münch. med. Wschr. 116, 2131 (1974)

82. KRAUSE, D. Ergebnisse bei der physikalischen Therapie peripherer arterieller Durchblutungsstörungen (VI)
Münch. med. Wschr. 117, 453 (1975)
83. KRONBERG, S. Infrared photographs and nicotin acid
Farmaceutisk Revy 21/22, 1 (1968)
84. KRÜGER, B.J. Moderne Diagnostik und operative Behandlung der chronischen arteriellen Verschußkrankheit
Dtsch. med. Journal 23, 358 (1972)
85. LANE, W.Z. Infrared mapping of peripheral vascular disorders
Hospital Practice 2, 36 (1967)
86. LARSEN, O.A., N.A. LASSEN Effect of daily muscular exercise in patients with intermittent claudication
Lancet 1093 (1966)
87. LECHTAPE, H. Thermographie erkennt extrakranielle Verschlüsse von Hirngefäßen in 85 %
Med. Trib. 10, 29 (1972)
88. LITMANOVITCH, Y. Thermographic method for the localisation of insufficient perforator veins
Zentr. Bl. Phlebol. 10, 134 (1971)
89. LONGLAND, C.J. The collateral circulation of the limb
Ann. coll. Surg. Engl. 13, 161 (1953)
90. MALI, J.W.H. Influence of generalized inflammations of the skin on the surface temperature and on the basal metabolism rate
Dermatologica 104, 19 (1952)

91. MARTI, W.K. Häufigkeit klinisch nicht erkannt-
ter peripherer Arterienverschlüsse
bei 461 Hospitalisierten
Schweiz. med. Wschr. 91, 1424 (1961)
92. MARTIN, M. Zur Bedeutung der arteriellen Throm-
bose im Rahmen chronischer Gefäß-
prozesse
Med. Welt 25, 1428 (1969)
93. MARTIN, M., Thrombolyse bei chronischer Arterio-
W. SCHOOP, pathie
E. ZEITLER Herz-Kreisl. 1, 31
Verlag H. Huber, Bern (1970)
94. MENSEN, H. Physikalische Therapie der arteriel-
len peripheren Durchblutungsstörungen
Phys. med. Rehab. 186 (1972)
95. NOBBE, F. Experimentelle Untersuchungen zur
medikamentösen Therapie arterieller
Verschlußkrankheiten
Habil. Schrift Heidelberg (1971)
96. NOTTER, G., Klinische Diagnostik mit
O. MELANDER Thermovision
Röntgenblätter 121, 49 (1968)
97. PATIL, K.D., Thermographic localisation of
J.R. WILLIAMS, incompetent perforating veins in
K.C. WILLIAMS the leg
Brit. med. Journ. 1, 195 (1970)
98. PETERSEN, P., Wirkungsgrad der Skelettmuskel-
W. SCHROEDER durchblutung in Abhängigkeit vom
Lebensalter
Zschr. f. Kreislauff. 60, 1034 (1971)
99. PETREN, T., Der Einfluß des Trainings auf die
T. SJÖSTRAND, Häufigkeit der Kapillaren in
B. SYLVEN Herz- und Skelettmuskulatur
Arbeitsphysiol. 9, 376 (1936)

100. PREUSS, E.G.,
H. EDER,
P. WELLER
Risikofaktoren bei peripheren arteriellen Verschlusskrankheiten unterschiedlichen Schweregrades
Zschr. Inn. Med. 25, 10 464 (1970)
101. RAU, G.
Allgemeine diagnostische Verfahren in: Angiologie
Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1974)
102. RICHTER, H.,
H.M. HASSE
Ultraschall-Doppler-Verfahren in der praktischen Angiologie
Dtsch. med. Journ. 23, 5 371 (1972)
103. RUDLER, J.C.
Wiederherstellende Arterienchirurgie in: Arterielle Durchblutungsstörungen in der Praxis
Hrsgb: WIDMER, L.K. u. WAIBEL, P.
Verlag H. Huber, Bern und Stuttgart 106 (1965)
104. RUCKER, G.
Die operative Therapie peripherer Gefäßerkrankungen
Die Berliner Ärztekammer 5, 108 (1971)
105. RUSCH, D.,
E.A. ZYSNO
Thermographie in der Physikalischen Medizin und Rheumatologie
75. Kongr. Dtsch. Ges. Phys. Med. München (1970)
106. SCHADE, G.,
H. DALICHAU,
E. UNGEHEUER
Chirurgische Therapie der peripheren arteriellen Verschlusskrankheiten
Med. Klin. 64, 327 (1969)
107. SCHIMANSKI, K.
Diagnose und Therapie chronischer peripherer arterieller Durchblutungsstörungen
Med. Welt 21/31/32 1379 (1970)
108. SCHMID, F.,
R. LUTZE,
A. GANSSSEN
Hauttemperaturdifferenzen bei odontogenen Entzündungen
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 24/5, 361 (1969)

109. SCHLUSSEL, H. Das Gehtraining bei älteren Patienten mit chronischem Beinarterienverschluß
Med. Welt 145 (1969)
110. SCHMIDTKE, J. Bisherige Ergebnisse eines mehrwöchigen Trainings
Akt. Probl. Angiologie 18,
Hrsgb: KÖHLER, M. u. W. SCHOOP
Verlag H. Huber, Bern (1973)
111. SCHOOP, W. Bedeutung der Gehstrecke für die Beurteilung von arteriellen Durchblutungsstörungen und Therapieeffekte in: Durchblutungsstörungen
Schattauer Verlag, Stgt.-N.Y. (1970)
112. SCHOOP, W. Übungsbehandlung der arteriellen Verschlußkrankheit
Dtsch. med. Journ. 23/5 348 (1972)
113. SCHOOP, W. Angiologie-Fibel
Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1967)
114. SCHOOP, W. Bewegungstherapie bei peripheren Durchblutungsstörungen
Med. Welt 10, 502 (1964)
115. SCHOOP, W. Grundlagen der konservativen Therapie arterieller Verschlußkrankheiten
Verh. Dtsch. Ges. Kreisf.Forsch. 29, 118 (1963)
116. SCHOOP, W.,
M. LEHNER Belastungsoszillographie mit dem Apparat nach GESENIUS-KELLER
Med. Welt, 1721 (1963)
117. SCHOOP, W.,
H. LEVY Messung des systolischen Blutdruckes distal eines Extremitätenarterienverschlusses mit Hilfe der Ultraschall-Dopplertechnik
Verh. Dtsch. Ges. Kreisf.Forsch. 35, 456 (1969)

118. SCHOOP, W.,
H. LEVY
Streptokinasetherapie chronischer
Verschlüsse der Aorta und der
Beckenarterien. Kurz- u. Langzeit-
ergebnisse
Akt. Probl. Angiologie 23
Verlag H. Huber, Bern (1973)
119. SCHOOP, W.,
M. MARTIN,
E. ZEITLER
Beseitigung alter Arterienverschlüsse
durch intravenöse Streptokinasein-
fusion
Dtsch. med. Wschr. 93, 2321 (1968)
120. SKERSKY, N.J.,
A.B. HERRING,
R.C. BARON
Thermography in peripheral vascular
diseases
Ann. N.Y. Acad. Sci. 121, 118 (1964)
121. SMESSAERT, A.,
D. BEFELER,
R. HICKS,
J. CONNELL
Use of thermography for evaluation
of sympathetic blocks
Amer. J. Surg. 109, 594 (1965)
122. SPIES, H.F.,
F.W. HEHRLEIN,
F. HEINRICH
Lumbale Sympathektomie bei arterieller
Verschlußkrankheit, Indikations-
stellung und Ergebnisse
Münch. med. Wschr. 114, 810 (1972)
123. STRAUBE, G.
Behandlung von Angioorganopathien
mit einem magnesiumhaltigen Präpa-
rat (Progresin^R)
Zschr. f. Allgemeinmedizin 51/9,
450 (1975)
124. TISELIUS, P.
Studies on joint temperature, joint
stiffness and muscle weakness in
rheumatoid arthritis
Acta rheum. Scand. Suppl. 14 (1969)
125. TRAUMANN, K.J.
Arterielle Verschlußkrankheit
Verlag E. Banaschewski, München (1972)
126. VOLLMAR, J.
Aktueller Stand der chirurgischen
Therapie obliterierender Arterien-
und Venenkrankheiten
Therapiewoche 15, 1242 (1973)

127. VOLLMAR, J.,
K. LAUBACH,
J.D. GRUSS Die chirurgische Behandlung des
akuten Arterienverschlusses
Dtsch. med. Wschr. 94, 2315 (1969)
128. WEIN, F.,
P. AGASCHE,
A.M. BIDARD,
T. BARALE,
J.P. RICATTE Sémiologie thermografique des
affections vasculaires des
extrémités supérieures
Sem. Hôp Paris, 47 1230 (1971)
129. WIDMER, L.K. Morbidität an Gliedmaßenarterien-
verschuß bei 6400 Berufstätigen
BASELER STUDIE I
Bibl. cardiolo. vol. 13, 67 (1963)
130. WIDMER, L.K.,
M. CIKES, P. KOLB,
H. LUDIN, M. ELKE,
H.E. SCHMITT Zur Häufigkeit des Gliedmaßen-
arterienverschlusses
BASELER STUDIE II
Schweiz. med. Wschr. 97, 102 (1967)
131. WIDMER, L.K.,
L. GLAUS Zur Epidemiologie des Verschlusses
von Gliedmaßenarterien
Schweiz. med. Wschr. 100, 761 (1970)
132. WIDMER, L.K.,
P. WAIBEL Arterielle Durchblutungsstörungen
in der Praxis
Verlag H. Huber, Bern und Stuttgart
(1965)
133. WILHELM, R. Eine moderne Infrarotkamera für
die medizinische Thermographie
Electro medica 1 (1969)
134. WINSOR, T.,
J. BENDEZU Thermography and the peripheral
circulation
Ann. N.Y. Acad. Sci. 121, 135 (1964)
135. WINSOR, T.,
C. HYMAN Primer of peripheral vascular
disease
Lee and Febiger, Philadelphia (1965)
136. WISHAM, L.H.,
A.S. ABRAMSON, A. EBEL Value of exercise in peripheral
arterial disease
J.A.M.A. 153, 10 (1953)

137. WITTE, S. Thrombose und Embolie
in: MARX, R. u. H.A. THIES
Schattauer Verlag Stgt.-N.Y. (1970)
138. WOOD, E.H. Thermography in the diagnosis
of cerebrovascular disease
Radiology 85, 270 (1965)
139. ZEITLER, E. Der Wandel in der Indikation zur
Angiographie der arteriellen Ver-
schlußkrankheit
Fortschr. Röntgenstr. 112, 291 (1970)
140. ZEITLER, E., Angiographische Befunde bei Patien-
M. MARTIN, ten mit chronischer arterieller Ver-
W. SCHOOP schlußkrankheit
Fortschr. Röntgenstr. 111, 498 (1969)
141. ZETTEL, G. Zur Diagnostik und Therapie der
arteriellen peripheren Gefäßver-
schlußkrankheiten in der inter-
nistischen Praxis
Fortschr. Med. 87/7, 294 (1969)
142. ZITNIK, R.S., Effect of temperature on cutaneous
E. AMBROSIONI, venomotor reflexes in man
J.T. SHEPHERD J. Appl. Physiol. 4, 507 (1971)

Nachtrag

143. KRAUSE, D. u. Kombination krankengymnastischer
K. DITTMAR Übungstherapie mit Bencyclan bei
Claudicatio intermittens
Münch. med. Wschr. 118 (1976) im Druck
144. DITTMAR, K. u. Erfolge krankengymnastischen Inter-
D. KRAUSE valltrainings bei der Claudicatio
intermittens in Kombination mit
Actovegin
Münch. med. Wschr. 118 (1976) im Druck

Herrn Prof. Dr. med. D. Krause bin ich für die Anregung zu dieser Arbeit sowie die jederzeit gewährte hilfreiche Unterstützung und gute Zusammenarbeit dankbar.

Mein besonderer Dank gilt Herrn M. Johne, Wiss. Ass. an der Klinik für Radiologie im Klinikum Steglitz der FU Berlin, der mich in die thermographische Untersuchungstechnik einwies und mir bei der Auswertung der Ergebnisse sowie der Abfassung der Arbeit wertvolle Hilfe leistete.

Allen Mitarbeitern der Abteilungen Strahlentherapie und Physikalische Therapie im Klinikum Steglitz danke ich für ihre stete Hilfsbereitschaft.

L e b e n s l a u f

Am 29. 7. 1946 wurde ich, Günter Hendel, als Sohn des Speditionskaufmannes Gustav Hendel und seiner Ehefrau Berta, geb. Müller, in Hof/Saale geboren.

Nach Besuch der Grundschule wechselte ich 1956 in das Hum. Jean-Paul-Gymnasium in Hof/Saale über, wo ich 1965 die Reifeprüfung ablegte.

Nach Absolvierung eines zweijährigen Wehrdienstes begann ich im Sommersemester 1968 mit dem Studium der Humanmedizin an der Freien Universität Berlin, legte hier 1969 das Vorphysikum, 1971 das Physikum und 1974 das medizinische Staatsexamen ab.

Während der ersten vier Monate meiner Medizinalassistentenzeit arbeitete ich vom 1. 9. 1974 ab in der Abteilung für Physikalische Therapie des Klinikum Steglitz der Freien Universität Berlin, wechselte dann für die nächsten vier Monate an die I. Innere Abteilung des Städt. Krankenhauses Steglitz und beendete meine Ausbildung nach weiteren vier Monaten an der Chirurgischen Klinik des Klinikum Steglitz.

Seit dem 1. 10. 1975 bin ich als Wissenschaftlicher Assistent an der Neurochirurgischen Klinik und Poliklinik im Klinikum Steglitz tätig.

**SCHNELL
DRUCK
STEGLITZ**

791 80 80

BERLINICKESTRASSE 14-15
1000 BERLIN 41

